

FRANCINE GOMES SACCO

**CONFIGURAÇÕES ATMOSFÉRICAS EM EVENTOS DE
ESTIAGEM DE 2001 A 2006 NA MESORREGIÃO
OESTE CATARINENSE**

Florianópolis

2010

Universidade Federal de Santa Catarina
Centro de Filosofia e Ciências Humanas
Programa de Pós-graduação em Geografia

Francine Gomes Sacco

**CONFIGURAÇÕES ATMOSFÉRICAS EM EVENTOS DE
ESTIAGEM DE 2001 A 2006 NA MESORREGIÃO
OESTE CATARINENSE**

Magaly Mendonça

Área de concentração: Utilização e Conservação de Recursos Naturais

Florianópolis/SC, maio de 2010

CONFIGURAÇÕES ATMOSFÉRICAS EM EVENTOS DE
ESTIAGEM DE 2001 A 2006 NA MESORREGIÃO
OESTE CATARINENSE

Francine Gomes Sacco

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, área de concentração Utilização e Conservação de Recursos Naturais do Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Santa Catarina, em cumprimento aos requisitos necessários à obtenção do grau acadêmico de Mestre em Geografia.

Presidente: _____

Prof. Dra. Magaly Mendonça (PPGG/UFSC)

Membro: _____

Prof. Dra. Maria Lúcia de Paula Herrmann (PPGG/UFSC)

Membro: _____

Prof. Dra. Marcia Vetromilla Fuentes (IFSC)

Florianópolis/SC, maio de 2010

Dedico este trabalho às duas pessoas mais importantes da minha vida até esse momento; a minha mãe Noemi por ter me dado a vida e por sua dedicação e amor incondicionais e ao meu marido Anderson não só pelos motivos óbvios, amor, carinho e paciência nas ausências..., mas principalmente por ser ele o meu maior admirador e incentivador profissional.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, e a sua cúpula de interlocutores, pela sabedoria e amparo dedicados nos momentos mais difíceis.

Agradeço a Dona Dalva, amiga de longe, porém sempre perto estendendo a mão sem exitar, ao mesmo tempo que agradeço a minha família que também de longe sempre enviou pensamento positivo que chegava na forma de energia, em especial da minha mãe.

Agradeço aos amigos de perto, que de uma forma ou de outra contribuíram para a conclusão deste trabalho, em especial a Gilsânia, Marcelo Moraes, Camila, Daniel Calearo, Márcia e Daniel.

Aos amigos e colegas de trabalho da Epagri/Ciram e da Fundagro, pelas discussões técnicas e pelas palavras de incentivo, em especial ao Maurici e Marianna.

Ao meu marido, pelo carinho, dedicação e paciência no transcorrer deste trabalho.

A minha orientadora, que com carinho e compreensão, lutou batalha a batalha, junto comigo com intuito de realizarmos um bom trabalho.

Por fim aos membros da banca pela disponibilidade de auxiliar na conclusão deste trabalho.

“Nosso maior medo não é o de sermos inadequados.

Nosso maior medo é de sermos fortes demais.

Perguntamos a nós mesmos:

Quem sou eu para ser brilhante, belo e fabuloso?

Na verdade, quem é você para não ser?

Nascemos para manifestar a glória de Deus que está dentro de nós.

E deixando a nossa própria luz brilhar inconscientemente, damos a outras pessoas permissão para fazerem o mesmo”.

Nelson Mandela (10/05/1974)

RESUMO

Embora o clima de Santa Catarina seja caracterizado pela ocorrência de chuva em todos os meses do ano, o que se tem observado são períodos, muitas vezes, prolongados, com deficiência ou ausência total de chuva, caracterizando eventos de estiagem. Eventos estes, que entre os anos de 2001 e 2006, foram registrados de forma consecutiva e bastante prejudicial à economia catarinense, em especial da região Oeste do estado, que tem sua economia alicerçada basicamente no agronegócio. Com relação ao déficit de precipitação, alguns estudos apontam para a influência de fenômenos como La Niña ou da ZCAS posicionada do Sudeste para o Norte do país, porém são observados também distúrbios na circulação atmosférica no Sul do Brasil, que indicam a possível influência de bloqueios atmosféricos, e precisam ser melhor elucidados. Assim, esse trabalho objetivou identificar eventos de estiagem, bem como avaliar os fenômenos e/sistemas atmosféricos atuantes nestes, com o intuito de verificar seus possíveis causadores, assim como o nível de influência, as posições geográficas preferenciais e se há um padrão de circulação atmosférica nos diferentes casos de estiagem ocorridos entre 2001 e 2006. Para tanto, foram utilizados dados de pressão e anomalia de pressão a superfície, geopotencial e anomalia no nível de 500hpa, vento e jato nos níveis de 500 e 250hpa, provenientes de reanálises do NCEP/NCAR, com os quais foram gerados campos médios diários, além de dados de precipitação de estações meteorológicas administradas pela Epagri/Ciram, localizadas em quatro municípios do Oeste catarinense; da relação de eventos de La Niña e El Niño, disponíveis na home Page do NOAA e descrição das ocorrências de ZCAS, extraídas dos Boletins da Climanálise/CPTEC. Foram identificados os níveis de influência de cada evento previamente conhecidos por acarretar déficit de chuva no Sul do Brasil, como La Niña, dipolo de precipitação imposto pela posição da ZCAS e bloqueios atmosféricos. Os resultados mostram grande influência de bloqueios atmosféricos no regime de chuva da região de interesse, nos eventos de estiagem ocorridos neste estudo de caso. As estações de inverno e verão foram as que apresentaram maior ocorrência de bloqueios, seguidas da primavera e outono, respectivamente. Com relação ao padrão de circulação, não se identificou a mesma configuração para todos os eventos de estiagem, mas foram identificadas posições longitudinais de preferência de instalação de altas de bloqueio, nas estações de inverno e de verão.

ABSTRACT

Although the climate of Santa Catarina is characterized by the occurrence of rain in all months of the year, what has been observed periods are often prolonged, with disabilities or total absence of rain, characterizing drought events. These events, that between the years 2001 and 2006, were registered consecutively and very harmful to the economy of Santa Catarina, in particular the western of the state, which has its economy based primarily on agribusiness. With respect to rainfall deficit, some studies point to the influence of phenomenon such as La Niña or ZCAS positioned southeast to the North of the country, but are also found disturbances in the atmospheric circulation in southern Brazil, which indicate the possible influence of atmospheric blocking, and need to be better elucidated. Thus, this study aimed identify events of drought, as well as evaluating the phenomena or atmospheric systems active in these, in order to identify its possible causes, as well as the level of influence, preferred geographic locations and whether there is a pattern of atmospheric circulation in the different cases of drought occurred between 2001 and 2006. For this, data were used from pressure and surface pressure anomaly, geopotential and anomaly at the level of 500hPa, wind and the jet at 500 and 250hPa, from NCEP / NCAR, with which they were generated daily mean fields, in addition resulting in graphs of average data; data precipitation from meteorological stations managed by Epagri/Ciram, located in four counties of Western Santa Catarina; relationship of events La Niña e El Niño, available on the homepage of NOAA and description of the events ZCAS extracted from Climanálise/CPTEC Bulletins. Were identified levels of influence of each event previously known to cause a deficit of rain in southern Brazil, such as La Niña, precipitation dipole imposed by the position of the ZCAS and atmospheric blocking. The results show strong influence of atmospheric blocking in the rainfall regime in the region of interest, in the events of drought that occurred in this case study. The winter and summer stations were the same who had occurrences of blocking, followed by spring and autumn, respectively. With respect to the pattern of circulation, did not identify the same setting for all events of drought, but were identified preferred longitudinal positions of installing of blocking, in winter and summer.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1: Localização geográfica da área de estudo.....	22
FIGURA 2: Divisão do Oceano Pacífico equatorial em niños	41
FIGURA 3: Configurações características de cada tipo de bloqueio atmosférico	45
FIGURA 4: Anomalia de precipitação ano de 2001 (a) e dias consecutivos sem chuva (b) nos anos de 2001 e 2002, para os municípios de Itapiranga, Chapecó, Ponte Serrada e São Miguel d'Oeste.....	52
FIGURA 5: Anomalia de precipitação ano de 2002 para os municípios de Itapiranga, Chapecó, Ponte Serrada e São Miguel d'Oeste.	53
FIGURA 6: Anomalia de precipitação ano de 2003 (a) e dias consecutivos sem chuva (b) no ano de 2003, para os municípios de Itapiranga, Chapecó, Ponte Serrada e São Miguel d'Oeste.....	54
FIGURA 7: Anomalia de precipitação ano de 2004 (a) e dias consecutivos sem chuva (b) no ano de 2004, para os municípios de Itapiranga, Chapecó, Ponte Serrada e São Miguel d'Oeste.....	54
FIGURA 8: Anomalia de precipitação ano de 2005 (a) e dias consecutivos sem chuva (b) no ano de 2005, para os municípios de Itapiranga, Chapecó, Ponte Serrada e São Miguel d'Oeste.....	55
FIGURA 9: Anomalia de precipitação ano de 2006 (a) e dias consecutivos sem chuva (b) no ano de 2006, para os municípios de Itapiranga, Chapecó, Ponte Serrada e São Miguel d'Oeste.....	56
FIGURA 10: Campo médio de pressão e anomalia ao nível médio do mar (a); de geopotencial e anomalia, entre os dias 17 e 30/08/2001.	60
FIGURA 11: Campo médio de vento e Jato ao nível de 500hPa (a) e 250hPa (b) entre os dias 17 e 30/08/2001.	60
FIGURA 12: Campo médio de pressão e anomalia ao nível médio do mar (a); de geopotencial e anomalia (b), entre os dias 01 e 10/10/2001 e campo médio de pressão e anomalia ao nível médio do mar (c); de geopotencial e anomalia (d), entre os dias 06 e 10/10/2001.	61
FIGURA 13: Campo médio de vento e Jato ao nível de 500hPa (a) e 250hPa (b) entre os dias 01 a 10/10/2001 e campo médio de vento e Jato ao nível de 500hPa (c) e 250hPa (d) entre os dias 06 a 10/10/2001.	62
FIGURA 14: Campo médio de pressão e anomalia ao nível médio do mar (a); de geopotencial e anomalia (b), entre os dias 06 e 24/12/2001	63
FIGURA 15: Campo médio de vento e Jato ao nível de 500hPa (a) e 250hPa (b) entre os dias 06 e 24/12/2001.	63
FIGURA 16: Campo médio de pressão e anomalia ao nível médio do mar (a); de geopotencial e anomalia (b), entre os dias 12 e 16/12/2001	64

FIGURA 17: Campo médio de vento e Jato ao nível de 500hPa (a) e 250hPa (b) entre os dias 12 e 16/12/2001.	64
FIGURA18: Campo médio de pressão e anomalia ao nível médio do mar (a); de geopotencial e anomalia (b), entre os dias 03 e 09/07/2002	65
FIGURA 19: Campo médio de vento e Jato ao nível de 500hPa (a) e 250hPa (b) entre os dias 03 e 09/07/2002.	65
FIGURA 20: Campo médio de pressão e anomalia ao nível médio do mar (a); de geopotencial e anomalia (b), entre os dias 08 e 17/05/2003.....	66
FIGURA 21: Campo médio de vento e Jato ao nível de 500hPa (a) e 250hPa (b) entre os dias 08 e 17/05/2003.	66
FIGURA 22: Campo médio de pressão ao nível médio do mar e anomalia (a) e de geopotencial e anomalia (b) pentada de 16 a 20/03; (c) e (d) pentada de 21 a 25/03 e (e) e (f) pentada entre os dias 26 e 30/03/2004...	68
FIGURA 23: Campo médio de vento e Jato ao nível de 500hPa (a) e 250hPa (b) pentada de 16 a 20/03; (c) e (d) pentada de 21 a 25/03 e (e) e (f) pentada entre os dias 26 e 30/03/2004.	69
FIGURA 24: Campo médio de pressão e anomalia ao nível médio do mar (a); de geopotencial e anomalia em 500hPa (b), entre os dias 15 e 26/08/2004.....	70
FIGURA 25: Campo médio de vento e Jato ao nível de 500hPa (a) e 250hPa (b) entre os dias 15 a 26/08/2004.	71
FIGURA 26 : Campo médio de pressão e anomalia ao nível médio do mar (a); de geopotencial e anomalia em 500hPa (b), entre os dias 11 e 23/11/2004.	72
FIGURA 27: Campo médio de vento e Jato ao nível de 500hPa (a) e 250hPa (b) entre os dias 11 a 23/11/2004.	72
FIGURA 28: Campo médio de pressão e anomalia ao nível médio do mar (a); de geopotencial e anomalia em 500hPa (b), entre os dias 27/07 e 11/08/2005.....	73
FIGURA 29: Campo médio de vento e Jato ao nível de 500hPa (a) e 250hPa (b)), entre os dias 27/07 e 11/08/2005.....	73
FIGURA 30: Campo médio de pressão e anomalia ao nível médio do mar (a); de geopotencial e anomalia em 500hPa (b), entre os dias 04/02 e 12/02/2006.....	75
FIGURA 31: Campo médio de vento e Jato ao nível de 500hPa (a) e 250hPa (b)), entre os dias 04/02 e 12/02/2006.....	75
FIGURA 32: Campo médio de pressão e anomalia ao nível médio do mar (a); de geopotencial e anomalia em 500hPa (b), entre os dias 20/05 e 03/06/2006.....	76
FIGURA 33: Campo médio de vento e Jato ao nível de 500hPa (a) e 250hPa (b)), entre os dias 20/05 e 03/06/2006.....	76

FIGURA 34: Campo médio de pressão e anomalia ao nível médio do mar (a); de geopotencial e anomalia em 500hPa (b), entre os dias 20 e 29/12/2006.....	78
FIGURA 35: Campo médio de vento e Jato ao nível de 500hPa (a) e 250hPa (b)), entre os dias 20 e 29/12/2006.....	78
FIGURA 36: Distribuição de frequência de bloqueios, de acordo com a posição longitudinal.	80
FIGURA 37: Distribuição de frequência dos bloqueios, com relação à Estação do ano.....	82
FIGURA 38:Distribuição longitudinal dos bloqueios identificados nos meses de Primavera no Hemisfério Sul, em 12 eventos de estiagem ocorridos na Mesoregião Oeste catarinense entre 2001 e 2006.....	83
FIGURA 39: Distribuição longitudinal dos bloqueios identificados nos meses referentes ao Verão no Hemisfério Sul, em 12 eventos de estiagem ocorridos na Mesoregião Oeste catarinense entre 2001 e 2006.....	84
FIGURA 40: Distribuição longitudinal dos bloqueios identificados nos meses do Outono no Hemisfério Sul, em 12 eventos de estiagem ocorridos na Mesoregião Oeste catarinense entre 2001 e 2006.	85
FIGURA 41: Distribuição longitudinal dos bloqueios identificados nos meses de Inverno no Hemisfério Sul, em 12 eventos de estiagem ocorridos na Mesoregião Oeste catarinense entre 2001 e 2006.	86

LISTA DE TABELAS

TABELA1: Localização das estações meteorológicas e período correspondente a série de dados utilizada para o cálculo da média climatológica de precipitação	47
TABELA 2: Relação de eventos de El Niño e La Niña por trimestre entre os anos de 2001 e 2006.....	49
TABELA 3: Eventos de estiagem na Mesorregião Oeste Catarinense.....	56
TABELA 4: Resumo de resultados referentes a influência de bloqueios, ZCAS e ENOS	58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

°C – Grau Celsius

AMS - American Meteorological Society

CCM – Complexo Convectivo de Mesoescala

CEPA - Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa

CIASC - Centro de Informática e Automação de SC

Ciram – Centro de Recurso ambientais e de hidrometeorologia

CPTEC – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos

E1 – Evento de estiagem 1

E2 – Evento de estiagem 2

E3 - Evento de estiagem 3

E4 - Evento de estiagem 4

E5 - Evento de estiagem 5

E6 - Evento de estiagem 6

E7 - Evento de estiagem 7

E8 - Evento de estiagem 8

E9 - Evento de estiagem 9

E10 - Evento de estiagem 10

E11 - Evento de estiagem 11

E12 - Evento de estiagem 12

Egagri – Empresa de pesquisa agropecuária e extensão rural de Santa Catarina

ENOS – Oscilação Sul

EUA – Estados Unidos da América

Fundagro – Fundação de apoio ao desenvolvimento rural sustentável de Santa Catarina

GrADS - Grid Analysis and Display System

HN – Hemisfério Norte

hPa - Hectopascals

HS – Hemisfério Sul

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INAG - Instituto da Água de Portugal

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

JBN – Jato de Baixos Níveis

m - metro

mm - milímetro

NCAR - National Center for Atmospheric Research

NCEP - National Centers for Environmental Prediction

NDCM - National Drought Mitigation Center

NOAA - National Oceanic And Atmospheric Administration

PIB – Produto Interno Bruto

S - Sul

SC – Santa Catarina

Tm – Temperatura média

TSM – Temperatura da Superfície do Mar

UTC - Coordinated Universal Time

W - Oeste

ZCAS – Zona de Convergência do Atlântico Sul

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
CAPÍTULO 1.....	18
1.1 A ESTIAGEM NA MESORREGIÃO OESTE CATARINENSE	18
1.2 OBJETIVO GERAL	20
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
CAPÍTULO 2.....	21
2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO – MESORREGIÃO OESTE CATARINENSE	21
2.1.1 Divisão política e aspectos econômicos	21
2.1.2 Aspectos físicos e ecológicos.....	23
CAPÍTULO 3.....	27
3.1 O CLIMA E SEU ESTUDO	27
3.2 A CLIMATOLOGIA DAS CHUVAS	29
3.2.1 Sul do Brasil.....	29
3.2.2 Santa Catarina	31
CAPÍTULO 4.....	34
4.1 ESTIAGEM E SECA: A PROBLEMÁTICA DOS CONCEITOS...34	
4.2 A QUESTÃO DA VULNERABILIDADE A ESTIAGENS E SECAS.....	39
4.3 FENÔMENOS ATMOSFÉRICOS E AS ESTIAGENS	40
4.3.1 Fenômeno ENOS - El Niño e La Niña	41
4.3.2 Zona de Convergência do Atlântico Sul - ZCAS	43
4.3.3 Bloqueio atmosférico.....	44
CAPÍTULO 5.....	47
5.1 PROCEDIMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICO	47
5.1.1 Materiais e Métodos	47
CAPÍTULO 6.....	52
6.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES	52
6.1.1 Identificação dos eventos de estiagem.....	52
6.1.2 Fenômenos e/ou sistemas atmosféricos nos eventos de estiagem..57	
6.1.2.1 Evento 1 (E1).....	59
6.1.2.2 Evento 2 (E2).....	60
6.1.2.3 Evento 3 (E3).....	62
6.1.2.4 Evento 4 (E4).....	64
6.1.2.5 Evento 5 (E5).....	65
6.1.2.6 Evento 6 (E6).....	67
6.1.2.7 Evento 7 (E7).....	69

6.1.2.8 Evento 8 (E8).....	71
6.1.2.9 Evento 9 (E9).....	72
6.1.2.10 Evento 10 (E10).....	74
6.1.2.11 Evento 11 (E11).....	75
6.1.2.12 Evento 12 (E12).....	77
6.1.3 Distribuição longitudinal dos bloqueios atmosféricos ocorridos em eventos de estiagem na Mesorregião Oeste de Santa Catarina.....	79
6.1.4 Comportamento sazonal dos bloqueios atmosféricos	81
6.1.4.1 Primavera	83
6.1.4.2 Verão	84
6.1.4.3 Outono.....	85
6.1.4.4 Inverno	86
CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	87
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90

INTRODUÇÃO

O clima da Região Sul do Brasil e de Santa Catarina é caracterizado por apresentar uma excelente distribuição pluviométrica em todo o ano, ou seja, não apresenta estação seca (NIMER, 1989 e NERY, 2005). Porém, nos últimos anos, o que se tem observado, são períodos, muitas vezes prolongados, com ausência ou com volumes baixos de chuva, caracterizando a ocorrência de estiagens que afetam econômica e socialmente o estado catarinense (Mendonça et al 2005), em especial a Mesorregião Oeste Catarinense, que tem sua economia baseada na pecuária e na agricultura, exercidas em sua maioria pela atividade familiar (BALDO et al., 2000).

Diversos são os fenômenos que podem acarretar a falta de chuva na Mesorregião Oeste Catarinense, como El Nino Oscilação Sul (ENOS) e a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) configurada entre o Sudeste e o norte do Brasil. Entretanto, o que se observa são distúrbios na circulação atmosférica no Sul do país que precisam ser melhor elucidados e que indicam a possível influência de bloqueios atmosféricos. Estes sistemas responsáveis por períodos prolongados sem mudanças nas condições de tempo (estável ou chuvoso) em um determinado local e em situações específicas provocam anomalias de precipitação no sul do Brasil (FUENTES, 1997) e consequentemente na Mesorregião Oeste Catarinense; tornando-se, portanto, um sistema bastante importante e que requer estudos mais detalhados no que diz respeito a sua real influência nas condições de tempo, ou seja, nas situações de estiagem.

Neste contexto, o presente trabalho objetivou avaliar as configurações atmosféricas em eventos de estiagens, ocorridos entre os anos de 2001 e 2006, identificando possíveis sistemas e/ou fenômenos responsáveis pela falta de chuva.

Para o alcance dos objetivos propostos este trabalho foi estruturado em seis capítulos como descrito abaixo.

No capítulo 1, é apresentado o problema que impulsionou este estudo, assim como a justificativa para sua execução, além dos objetivos propostos.

No capítulo 2 é apresentada a caracterização da área de estudo, composta pela divisão política, pelos aspectos econômicos, físicos e ecológicos, de forma a referenciar a localização e descrever algumas das características específicas da região de interesse.

No capítulo 3, entra-se em uma fase de descrição do “cenário” ou meio de interesse, pois este será analisado com intuito de identificar possíveis causadores da escassez de chuva na Mesorregião Oeste catarinense. Trata-se do clima e condições de tempo, que são modulados por sistemas meteorológicos. Neste contexto é feita uma descrição sucinta da história dos estudos de clima no Brasil. Após, o olhar se volta para a climatologia das chuvas no Sul do Brasil, e, fechando ainda mais o foco, descreve-se também de forma resumida a climatologia das chuvas no estado de Santa Catarina. Santa Catarina se encontra inserida em uma região caracterizada por chuvas freqüentes em todas as estações do ano, não apresentando assim a existência de estações secas, destacando ainda mais a anomalia associada à ocorrência de períodos prolongados sem chuva, cujas possíveis forçantes, já identificadas por diversos pesquisadores, são apresentadas na seqüência no capítulo 4. Neste capítulo, também é levantada uma questão bastante complexa relacionada à problemática dos conceitos de seca e estiagem, não só no Brasil como em outros países.

Os materiais e métodos utilizados nas análises são mostrados no capítulo 5, para por fim serem apresentados os resultados no capítulo 6, seguidos das conclusões do estudo.

CAPÍTULO 1

1.1 A ESTIAGEM NA MESORREGIÃO OESTE CATARINENSE

Decorridos 18 anos, desde 1983 em que Santa Catarina havia se tornado conhecida pelas grandes inundações ocorridas no Estado, a ausência de precipitações, especialmente na Mesorregião Oeste Catarinense, tornou-se tema dos noticiários e das políticas públicas. Boletins expedidos pelo Setor de Meteorologia da Epagri/Ciram (SANTA CATARINA, 2002, 2002a, 2003, 2005, 2005a e 2006) mostram sucessivos períodos de ausência de precipitação, entre os anos de 2001 e 2006, que ocorreram em diferentes estações do ano e foram caracterizados como eventos de estiagem.

Os impactos de um evento de estiagem podem ter reflexos em diversos segmentos como, no turismo – devido à falta de água para o abastecimento-, na indústria, mas principalmente na agropecuária que se trata de um setor da economia extremamente dependente da água.

Para as atividades catarinenses a precipitação pluvial é uma variável meteorológica de extrema importância, havendo uma forte vinculação entre a produção e as condições de tempo que ocorrem durante o ciclo de determinada cultura agrícola. Os efeitos são catastróficos, quando ocorre alguma anomalia climática, originando altos prejuízos ao setor agrícola (BALDO et al. 2000). De acordo com dados do CEPA/SC (s/d), em Santa Catarina as atividades agroindustriais representam cerca de 40% das exportações do estado e com relação ao PIB, a agricultura contribui com aproximadamente 16%, o que ressalta ainda mais a importância deste setor para a economia catarinense. Além de prejuízos financeiros é importante salientar os impactos sociais impostos por eventos de estiagem, pois se estima que a agricultura familiar em Santa Catarina represente aproximadamente 180 mil famílias, ou seja, mais de 90% da população rural, sendo responsáveis por mais de 70% do valor da produção agrícola do estado (CEPA/SC, s/d). A agricultura familiar é baseada na utilização de mão de obra de indivíduos da família com ou sem participação de terceiros (DENARDI, 2001). Esta atividade é considerada por diversos pesquisadores e órgãos, como um meio eficiente de reduzir a emigração do campo para a cidade (êxodo rural), atenuando de forma significativa os cinturões de pobreza que tendem a se formar ao redor das grandes cidades.

Atentando para essa mesma questão, Wilhite et al. (2007), ressaltam que a queda de produtividade agrícola e florestal, reduz a renda dos produtores e do agronegócio, o que implica em aumento do preço dos alimentos e da madeira, reduzindo assim as receitas governamentais, aumentando o crime, provocando exclusão social e o endividamento dos produtores junto aos bancos, migração de populações humanas, impondo a necessidade de programas de ajuda às vítimas da catástrofe.

Em Santa Catarina as atividades mais atingidas, pelas estiagens sucessivas, observadas entre 2001 e 2006, foram a agricultura, seguida da pecuária, sendo que, ambas ocasionaram perdas na agroindústria catarinense, como na safra da soja de 2004/2005, com queda de 34,8% na produção; na do milho, com perda de 32,4%; e, principalmente, na de feijão, cujas perdas chegaram a 29,7% e 48% na primeira e segunda safras, respectivamente (NETO, 2005). De acordo com a mesma fonte, as consequências na produção de leite, apresentaram prejuízos de 16,5% no número de litros produzidos, e ainda frisa que para este produto, o pior mês foi de fevereiro. Por fim, o autor ainda salienta que a produção catarinense, nesta safra 2004/2005, atingiu o menor patamar se comparada as das três safras anteriores (2002/2003, 2003/2004 e 2004/2005) e que estes prejuízos se refletiram no movimento financeiro, no comércio, na arrecadação de impostos, além de obrigarem os governos a promoverem ações para a sustentação da renda dos produtores e de negociações referentes à postergação de parcelas dos financiamentos contratados.

A Mesorregião Oeste Catarinense tem sua economia baseada na agropecuária, não dispondo de atividades economicamente produtivas ligadas a matérias-primas não originadas deste setor (minérios de ferro, alumínio, estanho, carvão, petróleo, ouro, etc.) ou mesmo atividades turísticas significativas. Os principais produtos cultivados são o feijão, o milho e a soja, produzidos em pequenas propriedades, cuja agricultura desenvolvida é caracterizada pela predominância da família como unidade organizadora do processo produtivo e do trabalho (TESTA, et al. 1996), ou seja, agricultura familiar que conforme descrito anteriormente tem grande importância no que tange a área social.

Para Ayoade (1991), o clima por ser um componente vital do ambiente, deve ser compreendido e considerado em qualquer programa de desenvolvimento, com o objetivo de elevar o padrão e a qualidade de vida da população.

Alguns estudos mostram ligação entre eventos de estiagem no Sul do Brasil, com o comportamento da Temperatura da Superfície do Mar

(TSM) do Pacífico Equatorial, quando este está com anomalias negativas (La Niña) (GRIMM et al., 1998) ou com o posicionamento da ZCAS, sobre o Sudeste do Brasil por muitos dias (KODAMA, 1992 e QUADRO, 1994). Entretanto, deficiências de chuva ocorrem sem a manifestação dos fenômenos acima referidos. O que se observa, são distúrbios na circulação atmosférica no Sul do país, compatíveis com configurações de bloqueios que precisam ser mais bem elucidados. Diversos pesquisadores como Casarin (1983), Tokioka e Noda (1986), Marques (1996), Fuentes (1997), Trigo et al (2004), Mendes et al (2005) e Gonçalves (2006), entre outros, desenvolveram, ao longo dos anos, estudos sobre bloqueio atmosférico, porém nenhum deles com um olhar sobre as possíveis influências no Oeste catarinense.

Diante da problemática exposta, esta pesquisa teve os seguintes objetivos:

1.2 OBJETIVO GERAL

Avaliar eventos de estiagem, ocorridos entre os anos de 2001 e 2006, analisando o comportamento da circulação atmosférica, bem como os sistemas e/ ou fenômenos meteorológicos que influenciam suas ocorrências.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.3.1 Identificar eventos de estiagem no período em questão, entre 2001 e 2006;

1.3.2 Analisar configurações atmosféricas, nos períodos de estiagem com intuito de identificar a influência de bloqueios atmosféricos, posição geográfica, duração e comportamento sazonal;

1.3.3 Verificar a influência do ENOS, com atenção aos casos de La Niña;

1.3.3 Verificar a influência da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS);

1.3.4 Avaliar o nível de influência dos sistemas na falta de chuva no Oeste catarinense.

CAPÍTULO 2

2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO - MESOREGIÃO OESTE CATARINENSE

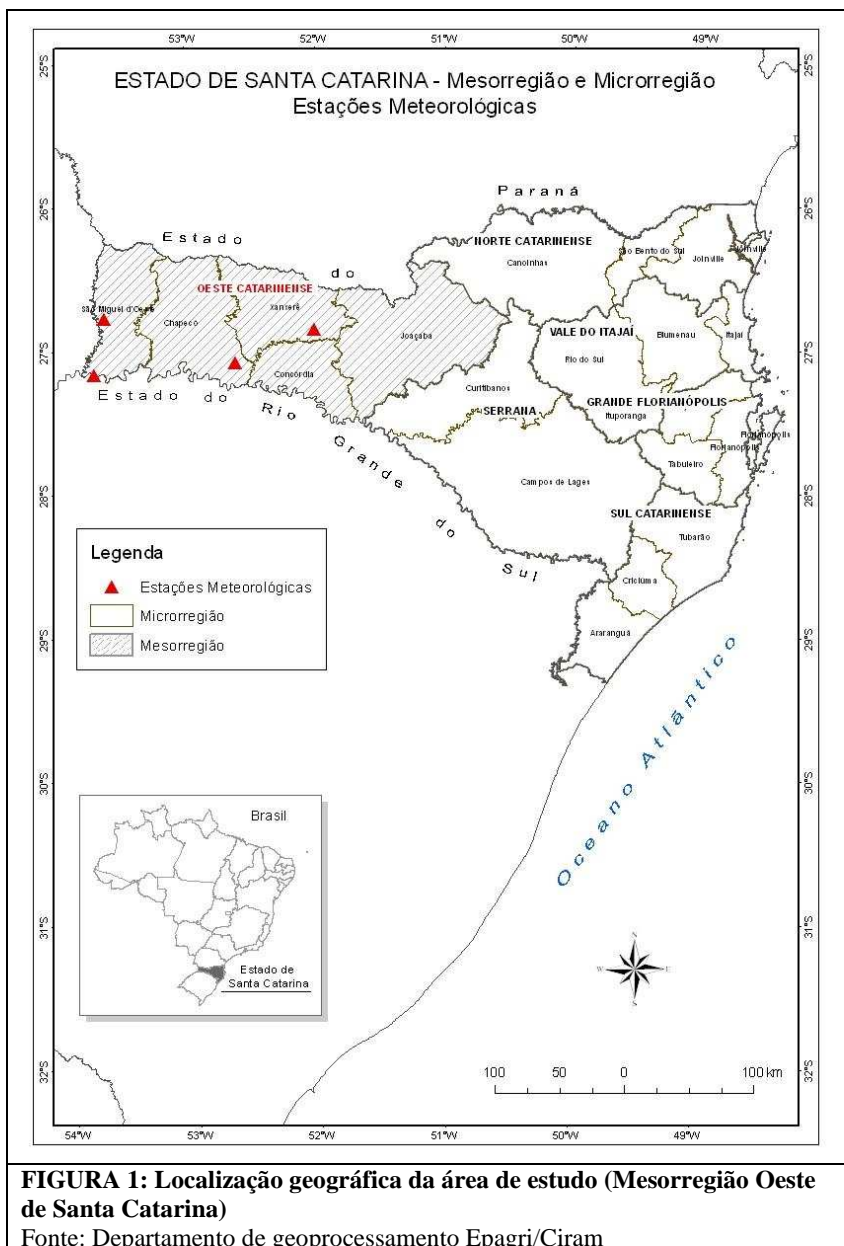
2.1.1 Divisão política e aspectos econômicos

Nesta pesquisa serão analisados os efeitos da estiagem sobre a Mesorregião Oeste Catarinense, onde os impactos foram mais sentidos em virtude de sua economia ser basicamente apoiada no agronegócio, ou seja, numa combinação dos setores primário e secundário tendo como destaques a criação de animais (suínos, bovinos e aves) e as culturas de milho, soja e feijão, que são principalmente, direcionadas para as indústrias alimentícias de produção de leite, carnes e embutidos.

A Mesorregião Oeste Catarinense, delimitada por critérios do IBGE (2005), compreende uma área de 27.303,5 mil km², tendo como fronteira a oeste a República Argentina; ao sul o Rio Grande do Sul; ao norte o Paraná e a leste as mesorregiões Norte Catarinense e Serrana (SILVA, 2003). Esta mesorregião, segundo o mesmo autor, é constituída pelas microrregiões de São Miguel do Oeste, Chapecó, Concórdia, Xanxerê e Joaçaba, de acordo com a Figura 1, no total abrangendo 116 municípios.

Os municípios com maior número de habitantes são Chapecó (164.992 habitantes), Caçador (67.652 habitantes), Concórdia (67.257 habitantes), Videira (44.480 habitantes), Xanxerê (40.228 habitantes) e São Miguel do Oeste (33.806 habitantes), de acordo com o Centro de Informática e Automação do Estado de Santa Catarina - CIASC (s/d) e IBGE (2005).

Nesta mesorregião são monitoradas quatro estações meteorológicas pela EPAGRI/CIRAM, duas na microrregião de São Miguel do Oeste: em São Miguel do Oeste e Itapiranga; uma em Chapecó, na microrregião de mesmo nome e outra em Ponte Serrada, na microrregião de Xanxerê. A partir dessas estações é possível avaliar a dimensão da falta de precipitação no período pesquisado.



A economia da Mesorregião Oeste Catarinense, segundo Bavaresco (2005), passou por quatro ciclos: o da pecuária, da erva-mate, da madeira e o ciclo agroindustrial. Atualmente a região detém o maior complexo agroindustrial de suínos e aves do Brasil (MIOR, 1992; SANTOS 1998 apud THEIS e NODARI, 2000). É o principal produtor de alimentos do estado, respondendo por 57,85% da produção de alimentos de origem animal.

Portanto a agropecuária não só é importante regionalmente como também tem grande importância para o estado, pois mais da metade do valor global da produção primária estadual é gerada nessa região que nos dias atuais abriga a maior bacia leiteira do estado (CEPA/SC, s/d).

A competitividade regional tem sido construída a partir da interação da produção agrícola familiar diversificada com o setor privado agroindustrial, apoiados pelo Estado (TESTA et al., 1996)

Em específico, na microrregião de Chapecó, destacam-se as culturas cítricas de laranja, tangerina e uva; nesta região o setor terciário é bastante dinâmico com maior número de cooperativas do estado (CEPA/SC, s/d).

Assim como já citado anteriormente a economia da Mesorregião Oeste Catarinense é sustentada, basicamente, pela atividade agrícola e pela transformação dos seus produtos, conferindo-lhe um alto grau de dependência econômica do setor agropecuário. Essa importância está relacionada não só pelo movimento econômico, mas também a ocupação de mão-de-obra e de serviços, uma vez que, a região também é caracterizada pela predominância de pequenas unidades familiares de produção agrícola diversificada (SILVA et al., 2003).

2.1.2 Aspectos físicos e ecológicos

Nessa Mesoregião as altitudes variam de 0 a 1600 m da seguinte forma: próxima ao rio Uruguai e seus afluentes ocorre uma estreita faixa de 0 a 200 m e altitudes de 200 m a 400 m acompanham os vales abrangendo uma faixa mais larga; as altitudes de 800 m a 1200 m são encontradas na Serra da Fartura, na Serra da Anta, do Chapecó, do Gregório, do Irani, Ariranha, do Bonito e do Sertãozinho (SANTA CATARINA, 1991).

De uma forma geral, as altimetrias se elevam no sentido norte desde 200 m a 1200 m, e também de oeste para leste com variação de 800 m a 1200 m. E de nordeste para sudoeste, há uma queda nas altitudes de 1600 m a 200 m (SANTA CATARINA, 1991).

Na Mesorregião do Oeste Catarinense o relevo é caracterizado pela Unidade Geomorfológica Planalto Dissecado Rio Iguaçu/Rio Uruguai cujo embasamento corresponde basicamente às rochas efusivas de seqüência básica. Ao norte e na região do município de Chapecó, na área de ocorrência de rochas efusivas de seqüência ácida, distingue-se o Planalto dos Campos Gerais, abrangendo grande parte da microrregião de Xanxerê e as serras do Capanema e Fartura (SANTA CATARINA, 1991).

De acordo com ROSA & HERRMANN (1986):

“O Planalto dissecado Rio Iguaçu/ Rio Uruguai é formado por interflúvio estreito de topo plano ou levemente convexizado, interrompido por uma vertente de forte declividade caracterizando-se às vezes como escarpas. Esta vertente apresenta, ao longo do declive, degraus que configuram patamares. Nestas encostas com patamares ocorrem frequentemente anfiteatros erosivos e ravinas, já cobertos por vegetação de mata. A drenagem apresenta características semelhantes em toda a unidade, uma vez que se encontra fortemente controlada pela estrutura. São rios com cursos sinuosos e vales encaixados, com patamares nas vertentes. O controle estrutural é evidenciado pela retificação de segmentos do rio, pelos cotovelos e pela grande ocorrência de lajeados, corredeiras, saltos e ilhas”.

O Planalto dos Campos Gerais apresenta-se distribuído em blocos de relevo, consequência de processos de dissecção desenvolvidos ao longo do Rio Uruguai, isolados pela unidade geomorfológica Planalto Dissecado Rio Iguaçu/Rio Uruguai, situado topograficamente acima dessa unidade circundante, correspondendo a restos de uma superfície de aplainamento. Essa descontinuidade espacial da unidade origina compartimentos de relevo que são conhecidos, regionalmente, como Planalto do Capanema e Planalto do Chapecó. Na porção sul deste último, o contato com a outra unidade é marcado pelo escarpamento de forte desnível, com as menores cotas desta localizadas na parte oeste do Planalto do Chapecó chegando a 600 metros. Ainda no Planalto dos Campos Gerais, o Rio Chapecó apresenta vales encaixados com patamares dissimulados nas encostas e cursos tortuosos com algumas curvas meândricas, corredeiras e pequenas cachoeiras resultantes das diferenças dos derrames das rochas efusivas (ROSA & HERRMANN, 1986).

Sucintamente o clima predominante é o mesotérmico úmido com temperatura média entre 16°C e 20°C; a precipitação anual varia de 2000 mm a valores superiores a 2400 mm, ou seja, ocorre um acréscimo de

precipitação anual de sudoeste para nordeste, em virtude da influência orográfica (MONTEIRO, M. A. e MENDONÇA, 2006).

A Mesorregião está coberta por vegetação secundária e áreas agrícolas em substituição à cobertura vegetal original, das quais restam pequenas áreas remanescentes. Da Floresta Estacional Decidual (Mata Caducifólia), há pequenas áreas ao longo dos rios Uruguai e seus afluentes como o rio das Antas. Os remanescentes da Floresta Ombrófila Mista (Araucária) se sobressaem nas regiões mais ao norte, próximas a serra da Fartura. Remanescentes das Savanas (Campos do Planalto) ocorrem na região de Campo Erê e nordeste da Mesorregião (SANTA CATARINA, 1991). A vegetação original acompanhava a configuração do relevo.

A Floresta estacional decidual predominava na parte sudoeste da região, nas áreas mais baixas próximas ao rio Uruguai e seus afluentes, até as altitudes de 500 a 600 metros. Esta se caracterizava no estrato emergente por espécies que perdem as folhas em virtude de uma seca fisiológica, provocada pelo frio do inverno, que durante dois meses apresenta temperaturas médias abaixo de 15°C. Neste estrato todas as árvores são fornecedoras de boas madeiras. O estrato arbóreo subdominado é formado principalmente por canelas, com uma cobertura densa de árvores perenifólias. Ocorrem ainda os estratos das arvoretas, arbustos, ervas, com um reduzido número de espécies e grande quantidade de indivíduos de cada uma delas. É típica também a ocorrência de lianas (KLEIN et. al., 1986).

Na porção central, tendendo para nordeste, nas áreas mais altas, acima de 500 metros, predominava a Floresta Ombrófila Mista, onde sucedem de quatro a seis meses frios (Tm 15°C) e até seis meses quentes (Tm 20°C) durante o ano. No estrato emergente desta Floresta se sobressai o pinheiro-do-paraná (Araucária angustifolia), dando um aspecto de floresta de conífera, que se agrega a outras espécies madeireiras como a imbuia. No estrato de arvoretas, se destaca a erva-mate (*Illex. Paraguariensis*) e nos estratos inferiores densas touceiras de taquara lisa (*Merostachys multiramea*) (KLEIN et. al., 1986).

Na parte norte da Mesorregião ocorrem manchas de campos de altitude (vegetação de Savana). Estes campos ocorrem acima dos 800 m, em terrenos lixiviados e aplainados, geologicamente heterogêneos, coexistindo com a floresta dos pinheirais sob climas de longo período frio. Caracteriza-se por um estrato de gramíneas cespitosas e rizomatosas, entremeadas de elementos arbustivos ou arbóreos, formando capões e florestas galerias. (KLEIN et. al., 1986).

Nas formações acima descritas, a vegetação natural, bastante reduzida em área, encontra-se associada à vegetação secundária, a lavouras e pastagens, de acordo com a seguinte distribuição: 17% de vegetação primária e secundária, 2% de reflorestamento e 81% outra coberturas (campos naturais e cultivados e áreas urbanizadas) (SANTA CATARINA, 1997).

Na drenagem dessa região destaca-se a Bacia do Uruguai, cujos principais rios são, o Uruguai, o Peperi-Iguaçu, o Chapecozinho, afluente do Rio Chapecó, o próprio Rio Chapecó, o Irani, o do Peixe, o Jacutinga e Rio das Antas (SANTA CATARINA, 1997).

CAPÍTULO 3

3.1 O CLIMA E SEU ESTUDO

O estudo e o conhecimento do clima sempre foram de significativa relevância, pois este é fator determinante nas atividades humanas, como as agrícolas, econômicas, de saúde e lazer.

No Brasil, de acordo com Sant'Anna Neto (2004), o interesse e o conhecimento do tempo e do clima já existiam com os indígenas que habitavam as terras brasileiras, não só por sua importância mística, mas também no que se refere às suas atividades agrícolas, de caça e comemorativas. Conhecimento este constituído de observações empíricas, passado ao longo das gerações, com as quais era possível identificar o início da estação das secas e das chuvas.

Mas a climatologia no Brasil teve início nas ciências naturais, através da contribuição dos viajantes europeus que estiveram em terras brasileiras nos séculos XVIII e XIX e que com a vinda da família real portuguesa toma uma conotação especulativa com relação às questões de saúde pública, quanto à salubridade das “novas terras” (SANT'ANNA NETO 2001).

Porém, as observações e análises do clima e tempo ainda não se apresentavam organizadas e sistematizadas de acordo com Sant'Anna Neto (2001), somente no último quarto do século XIX, com a criação da repartição central Meteorológica do Ministério da Marinha em 1888, é que se inicia a fase científica das ciências atmosféricas - Meteorologia e Climatologia - no Brasil.

Neste contexto ressalta-se a importância de Joaquim Sampaio Ferraz, engenheiro, meteorologista e climatologista, o precursor da meteorologia sinótica no Brasil, considerado como um entusiasta por Sant'Anna Neto (2001).

No campo da climatologia muito esforço foi realizado no sentido de elaborar esquemas de classificações climáticas que traduzam da melhor forma e com a maior simplicidade possível, as diferentes condições de clima das várias regiões do globo.

Desta maneira, diversos estudiosos dedicaram seus esforços em trabalhos a respeito do clima e da classificação climática, conforme é mostrado a seguir;

Para Max Sorre clima é “o ambiente atmosférico constituído pela série de estados da atmosfera sobre um lugar, em sua sucessão habitual”. Estes estados atmosféricos, do conceito sorreano, são tipos de tempo meteorológicos com suas complexidades, associações e dinâmicas

características, e seu estudo comportamental sazonal sobre determinado lugar, mesmo que estas características não se apresentem semelhantes a todo o momento e a cada lugar (MONTEIRO, M., 2007).

Baseados na tradicional e clássica definição de Julius Hann, de que o clima é “o conjunto dos elementos meteorológicos que caracterizam o estado médio da atmosfera em lugar determinado”; os primeiros estudos brasileiros de clima utilizaram somente abordagens generalizadoras com base em valores totais, médias anuais e mensais dos parâmetros meteorológicos sem levar em consideração a dinâmica atmosférica. A mesma síntese do “estado médio” da atmosfera, a nível local, corresponde à classificação desenvolvida pelo meteorologista e climatologista Wladimir Köppen, que associou valores médios da temperatura e precipitação ao mapa de vegetação mundial (desenvolvida pelo fisiologista francês Alphonse de Candolle) (MONTEIRO, M., 2007).

A classificação climatológica de Köppen consiste, genericamente, na divisão do clima do mundo em cinco grandes grupos definidos de acordo com valores médios anuais ou mensais de temperatura e precipitação, que são simbolizados por um grupo de letras para enquadrar os grandes grupos climáticos, os subgrupos dentro deste e por fim, subdivisões para designar características espaciais da temperatura e precipitação em distintas estações do ano (AYOADE, 1991).

A classificação de Köppen, embora considere as médias dos elementos climáticos sem levar em consideração a dinâmica atmosférica, ainda é muito utilizada pela sua simplicidade, pela nitidez com que distingue, uns dos outros, os diversos tipos climáticos e pelo seu caráter eminentemente geográfico (AYOADE, 1991).

Utilizando uma visão diferente da de Köppen, Emmanuel de Martonne, geógrafo francês, mesmo também partindo da definição de Hann, propôs uma classificação dos climas da Terra, através do entendimento do comportamento de cada elemento do clima separadamente para depois ver como combinam a nível regional (MONTEIRO, M., 2007).

O climatologista americano Thornthwaite, em 1948, desenvolveu uma nova classificação climática baseada nas temperaturas médias mensais, nos totais de precipitação médios mensais e seus respectivos valores anuais. Sua classificação climática considera a evapotranspiração potencial que serve para determinar o valor relativo à precipitação - a evapotranspiração potencial refere-se à altura de água que poderia evaporar a partir de uma superfície coberta de vegetação, durante um mês, se esta superfície estivesse bem abastecida de água e o

solo nunca estivesse seco. Este sistema consiste em duas classificações independentes: uma em função do regime térmico e a outra em função do regime hídrico (AYOADE, 1991).

Gausson e Gagnouls estruturaram uma classificação climática bastante complexa, utilizando, de acordo com Stringari (1993), uma visão distinta dos demais pesquisadores. A classificação é baseada na noção de aridez como determinante principal do clima e da vegetação; sua classificação considera essencialmente os estados favoráveis ou desfavoráveis à vegetação, ou seja, consideram os períodos quentes, frios, secos e úmidos (STRINGARI, 1993).

Os modelos e/ou classificações climáticas apresentados anteriormente são considerados empíricos, que são relacionados a estados estáticos, ou seja, utilizam dados médios de variáveis climáticas (AYOADE, 1991). Porém, vale ressaltar a existência de dois modelos importantes que utilizam uma visão dinâmica, a classificação genética, por considerarem a influência de sistemas dinâmico-sinóticos amplos e também o balanço de energia da superfície da Terra (AYOADE, 1991). Trata-se dos modelos propostos por H. Flohn (1950) e por Strahler (1969).

A classificação de Flohn (1950) admite sete tipos climáticos, baseados nas zonas de ventos globais e nas características da precipitação, sendo que um fator interessante desta classificação a ser observado é que nela a temperatura não aparece de forma explícita (AYOADE, 1991).

Já a classificação de Strahler (1969), mesmo sendo genética como a anterior, utiliza de variáveis diferentes, e nela é proposta uma divisão global do clima em três regiões principais, resultando nos climas das latitudes baixas, das latitudes médias e das altas. Estas três regiões são ainda subdivididas em outras quatorze regiões climáticas, caracterizadas com a utilização da altitude como controlador dominante (AYOADE, 1991).

3.2 A CLIMATOLOGIA DAS CHUVAS

3.2.1 Sul do Brasil

Baseado no comportamento de massas de ar atuantes na Região Sul do Brasil associadas com a orografia, Monteiro, C. A. de F. (1968) ao estudar a climatologia dinâmica da região, ressaltou a inexistência de uma estação seca. O referido autor ainda enfatiza que *“em quase todas*

as regiões selecionadas não há mês de pluviosidade inferior a 60mm, a não ser alguns poucos casos excepcionais”.

A Região Sul, localizada ao sul do trópico de Capricórnio, está inserida em uma zona de transição entre a tropical e a temperada e de acordo com Nimer (1989) e Nery (2005) é diretamente e principalmente influenciada pelo sistema de circulação perturbada de sul (frentes polares) e pelo sistema de circulação perturbada de oeste (linhas de instabilidade tropicais).

Nery (2005), em sua obra, admite a complexidade da variabilidade da precipitação pluvial na Região Sul, devido à atuação de diversas dinâmicas importantes, como massas polares, sistemas convectivos além da contribuição da maritimidade e da continentalidade.

Conforme Nimer (1989) e Nery (2005), dentre as regiões geográficas do globo bem regadas por chuva, o Sul do Brasil apresenta distribuição espacial de precipitação bastante uniforme com totais anuais médios entre 1.250mm e 2.000mm, exceto no litoral do Paraná e no oeste de Santa Catarina, onde os valores são superiores a 2.000mm e no norte do Paraná e pequena área litorânea de Santa Catarina, com valores inferiores a 1.250 mm.

O comportamento da precipitação da Região Sul é assim descrita por Nimer (1989, p. 212): *“O sul do Brasil é uma região privilegiada pela altura e regime anual da precipitação pluviométrica”.*

Nimer (1989) ressalta que devido ao equilíbrio do regime de chuva quase todo o espaço geográfico do sul do Brasil não possui uma estação seca, sendo esta observada somente em uma pequena área no noroeste do Paraná (que apresenta clima do tipo Tropical Típico) e mesmo assim com fraca intensidade e pequena duração. Mas também afirma que o clima de toda e qualquer região situada nas mais diversas latitudes do globo jamais apresenta as mesmas condições em cada ano. Refletindo a variabilidade a que está sujeito o mecanismo atmosférico, seu principal fator genético, os elementos constituintes do clima são também irregulares, estando, por isso, sujeitos às mesmas variabilidades ou desvios de um ano para outro. De uma forma geral, Nimer (1989) afirma que o Sul do Brasil é a região do país com menor desvio pluviométrico, mas admite que eles ocorrem, sendo positivos, nos anos chamados chuvosos, e negativos nos ditos secos. Para o autor nos anos secos toda ou quase toda Região Sul é submetida a desvios negativos, mas esclarece que, tanto os curtos períodos como as estações secas fortemente marcadas são, geralmente, de “secura pouco intensa”, uma vez que em qualquer época do ano, por menor que seja o vigor de

emissão de frente polar (correntes perturbadas de sul), rarissimamente elas se fazem ausentes por muitos dias no extremo norte da região, enquanto no sul, raras são as semanas em que não é registrada, pelo menos uma passagem de frente polar.

3.2.2 Santa Catarina

O estado de Santa Catarina está localizado na região subtropical, o que propicia uma dinâmica atmosférica bastante acentuada no decorrer do ano. De acordo com Monteiro, M. (2001), sua localização geográfica favorece uma boa distribuição pluviométrica durante o ano, sendo que os principais sistemas meteorológicos causadores de chuva no Estado são as frentes frias, os sistemas convectivos de diferentes escalas, os vórtices ciclônicos, os cavados em médios e altos níveis da atmosfera e a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). A frequência de ocorrência destes sistemas varia com as estações do ano, ou seja, de acordo com a sazonalidade.

Desta forma, torna-se importante conhecer o comportamento sazonal dos sistemas meteorológicos e suas conseqüências no clima de Santa Catarina, em cada estação do ano.

Conforme Monteiro, M. (2001), no verão o volume de chuva está associada à convecção tropical pelo forte calor e altos índices de umidade e também pela passagem de frentes frias pelo estado. Outro sistema importante nesta época do ano é a ZCAS, porém sua influência fica restrita ao norte catarinense.

No outono, época de transição, o tempo em Santa Catarina é caracterizado por períodos de estabilidade, sem ocorrência de chuva, uma vez que as frentes frias muitas vezes são bloqueadas, chegando até o Rio Grande do Sul de onde são desviadas para o mar, devido a bloqueios atmosféricos que são frequentes neste período. Outro fator que contribui para a queda pluviométrica nesta época é a diminuição da convecção tropical, pois nesta fase as temperaturas já tendem a diminuir devido a menor incidência dos raios solares imposta pela declinação solar. Desta estação ressalta-se o mês de maio como sendo o que apresenta maior estabilidade, com baixos índices pluviométricos e elevações ocasionais nas temperaturas, caracterizando um veranico. Por outro lado, quando há deslocamento de frentes frias pelo Sul do Brasil a Baixa do Chaco fica bastante ativa e ocasiona chuva mais forte no Oeste e especialmente no Extremo-Oeste catarinense. Conforme Herrmann

(2001), eventos extremos, como tempestades, podem ocorrer nesta época, o que resulta em valores elevados de precipitação.

No inverno os principais sistemas causadores de chuva são, em primeiro lugar, as frentes frias, que segundo Nimer (1970), Oliveira (1986) e Rodrigues (2003), nesta época do ano apresentam uma extraordinária regularidade de uma por semana e, em segundo, os vórtices ciclônicos em médios níveis da atmosfera (altitude de aproximadamente 5.000 m). Nesta estação, a precipitação acumulada na maioria dos municípios catarinenses é um pouco superior a do outono, sendo que sua distribuição se dá de forma desigual, ficando a área situada entre o oeste e o planalto, com chuva melhor distribuída se comparados ao litoral. No inverno ocorre também a precipitação de neve que segundo Souza (1997), apresenta porções bastante significativas no Planalto Sul catarinense.

Na primavera, os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM's), núcleos de instabilidade que geralmente se formam no norte da Argentina e se deslocam rapidamente por Santa Catarina, provocam chuva forte e de acordo com Figueired & Sclar (1996) são mais comuns nos meses de setembro e outubro, caracterizando estes meses como os mais chuvosos em muitos municípios catarinenses.

Para Nimer (1989), em Santa Catarina são observadas três áreas homogêneas com concentração de precipitação máxima trimestral. No Extremo Oeste (São Miguel e Itapiranga) esse máximo ocorre nos meses de abril, maio e junho; o restante do Oeste, o Meio Oeste e o Planalto (Chapecó e Ponte Serrada) nos meses de agosto, setembro e outubro e no Litoral nos meses de janeiro, fevereiro e março. Segundo o referido autor, como em nenhuma época do ano, na Região Sul, as chuvas, leves ou intensas, deixam de ocorrer por muitos dias consecutivos, nos nove meses restantes, cada trimestre recebe um acumulado de precipitação ligeiramente inferior ao do trimestre mais chuvoso.

Nimer (1989), ainda afirma que no oeste catarinense, onde é mais importante a conjugação das chuvas dos sistemas perturbados de oeste e sul, a precipitação anual chega a atingir um total de 2.390mm, como é o caso do município de Xanxerê, situada a 791m de altitude.

A distribuição de chuva no Estado também foi estudada levando em consideração outras classificações climáticas. Assim Orselli (1992), ao dividir Santa Catarina em onze regiões homoclimáticas, ressaltou também a regularidade das chuvas ao longo do ano em todo o território catarinense.

Considerando ainda o comportamento das chuvas no estado, Stringari et al. (1993), na confecção de um mapa bioclimático de Santa

Catarina, utilizou a classificação proposta por Gaussen e Bagnouls, classificou o clima do Estado como axérico, por não apresentar mês seco em nenhuma das 107 estações de dados analisadas.

Apesar da climatologia das chuvas indicarem a ocorrência de precipitação durante todo o ano, eventos de estiagem têm sido registrados em Santa Catarina (MENDONÇA et al, 2005), ocasionando prejuízos significativos em vários setores, como na agricultura, pecuária e agroindústria, setores importantes da economia catarinense.

CAPÍTULO 4

4.1 ESTIAGEM E SECA: A PROBLEMÁTICA DOS CONCEITOS

A deficiência de chuvas no Estado tem levado a diversas interpretações conceituais com relação à seca ou estiagem; os conceitos de seca e estiagem são bastante semelhantes e comumente utilizados como sinônimos. Usualmente se tem usado o termo estiagem para a deficiência de chuvas em Santa Catarina, pois aqui as chuvas são bem distribuídas durante o ano, não havendo caracterização de uma estação seca (MONTEIRO, C. A. F., 1968).

Na literatura inglesa não fica bem definido se a palavra *drought* é utilizada para a caracterização de seca ou de estiagem, o que leva ao questionamento se este não é um outro elemento favorável a conflitante utilização destes conceitos no Brasil.

Guerrero-salazar e Yevjevich (1975) definem *drought* em seu estudo, baseados na diferença entre as necessidades e a demanda de água, de forma que para os autores *drought* é: “*When the demand exceeds the supply, the water shortage occurs, and this is the general condition for drought initiation.*” (GUERRERO-SALAZAR E YEVJEVICH, 1975,1)

Neste mesmo sentido, Tase (1976) afirma que a definição de *drought* é um assunto controverso, assim como a diferença entre *drought* e escassez da água também é bastante vaga. “*Todo usuário da água pode ter o seu próprio conceito de drought e, além disso, esse conceito pode mudar com as condições de funcionamento.*” (Tase 1976,3)

Nos EUA, o estudo de *drought* é, de acordo com Tase (1976), bastante antigo. A definição de *drought* hidrológico ou meteorológico, segundo o referido autor, já era bastante estudada por um longo período na época de seu trabalho.

O que chama a atenção no estudo de Tase (1976) é que boa parte dos conceitos, descritos por ele, utilizam dados de precipitação anual como base para a caracterização de ocorrência ou não do fenômeno. Seguindo a mesma metodologia Hoyt (1938), considerava a ocorrência de *drought* quando a precipitação anual era menor que 85% da média (apud Tase, 1976,3): “*Drought conditions might prevail when the annual precipitation was as low as 85 percent of the mean*”

Outro conceito que também é citado no trabalho de Tase (1976) e que é baseado em dados anuais de precipitação é o de Mc Guire e Palmer (1957), que definem *drought* como: “*As condition of monthly or*

annual precipitation less than some particular percentage of normal” Mc Guire e Palmer (1957) (*apud TASE, 1976: 3*)

Para Ayoade (1991), a seca representa um grande risco para a agricultura em regiões temperadas e tropicais. Para o referido autor mesmo que existam diversos conceitos para o termo seca, geralmente concorda-se que *“a seca pode ocorrer sempre que o suprimento de umidade das precipitações ou que a umidade armazenada no solo seja insuficiente para atender às necessidades hídricas ótimas das plantas”*; e ainda que a seca pode ser dividida em quatro tipos, como segue:

- a) permanente, onde nenhuma estação de precipitação é suficiente para satisfazer as necessidades das plantas;
- b) sazonal, que ocorre em áreas onde as estações seca e úmida são bem definidas;
- c) contingente, ocorre quando a chuva deixa de cair num dado período de tempo e é característica de áreas úmidas e subúmidas;
- d) invisível, assim como a contingente é associada a falta de chuva, mas dentre todas é a mais difícil de ser identificada, pois chove mas não o suficiente às necessidades hídricas diárias das plantas.

No manual de desastres naturais da Defesa Civil Nacional o fenômeno da estiagem é caracterizado como sendo o resultado da redução das precipitações pluviométricas, do atraso do período chuvoso ou ainda da ausência de chuvas previstas para uma determinada temporada; de forma que:

“Nas estiagens, ocorre uma queda nos índices de pluviométricos para níveis sensivelmente inferiores aos da normal climatológica, comprometendo necessariamente as reservas hidrológicas locais e causando prejuízos à agricultura e à pecuária” (CASTRO, 1996, 50)

Castro (1996), ainda afirma que o fenômeno produz reflexos extremamente importantes sobre o *agrobussines*, por ocorrer com relativa frequência em áreas mais produtivas e de maior importância que as áreas de seca.

Para a Defesa Civil é considerada a existência de estiagem quando os critérios abaixo forem observados, que neste caso serão chamados de fatores condicionantes à existência de estiagem:

- a) o início da temporada chuvosa em sua plenitude atrasa por um prazo superior a 15 dias;

- b) as médias de precipitação pluviométricas mensais dos meses chuvosos alcançam limites inferiores a 60% das médias mensais de longo período, da região considerada.

Este mesmo manual trata também do fenômeno da seca, que é caracterizada por provocar uma redução sustentada das reservas hídricas existentes (CASTRO, 1996). Conforme o referido autor para a configuração dos desastres é necessário que:

“O fenômeno adverso, caracterizado pela ruptura do metabolismo hidrológico, atue sobre um sistema ecológico, econômico, social e cultural, vulneráveis à redução das precipitações pluviométricas” (CASTRO, 1996, 54)

Assim a ocorrência de seca é identificada quando as precipitações pluviométricas apresentam-se reduzidas em caráter:

- a) permanente, nas regiões de clima áridos e semi-áridos;
- b) ocasionais, nas regiões onde os níveis de pluviosidade apresentam-se abaixo da normal, apenas em determinados períodos do ano ou mesmo em alguns anos.

Campos (1997), também classifica a seca em três tipos; a climatológica, que ocorre quando a pluviosidade é baixa com relação as normais da área; a hidrológica, quando a deficiência ocorre nos estoques de água dos rios e açudes e a edáfica, quando o déficit de umidade é constatado no solo.

Suassuna (1999) considera a seca como uma aberração temporária que ocorre tanto em áreas de alta como de baixa precipitação e observa que o caráter da seca é nitidamente regional, refletindo características meteorológicas, hidrológicas e sócio-econômicas singulares.

Para Wilhite (1999), o estudo de *droughts*, pode ser dividido em quatro categorias cada uma delas objetivando uma aplicação distinta, como segue:

- a) a primeira trata as causas de *droughts*, buscando uma melhor compreensão da circulação atmosférica associada às ocorrências do fenômeno;
- b) a segunda é dirigida à compreensão da frequência e da severidade de *droughts*, com o intuito de caracterizar a probabilidade de ocorrência e intensidade com que o fenômeno atinge determinada região;

- c) a terceira procura descrever e compreender os impactos de *droughts*. Esta categoria se concentra sobre os custos e as perdas associados aos *droughts*, sendo que estas podem ser classificadas como econômicas, sociais, ou ambientais e ainda podem ser diretas ou indiretas.
- d) por fim, a quarta e última que procura meios para a mitigação apropriada, utilizando de estratégias para a redução dos impactos associados com *droughts*.

O glossário da Sociedade Meteorológica Americana (AMS, 2000) considera *drought* como um período anormal de tempo seco longo o suficiente para causar um sério desequilíbrio hidrológico. Porém há também mais três tipos de classificação sendo elas:

- a) “dry spell: a period of precipitation below a specified amount. The specific period and amount of precipitation vary depending on the particular activity under discussion”.
- b) absolute drought: a period of at least 15 days during which no measurable daily precipitation has fallen.
- c) partial drought: a period of at least 29 consecutive days during which the average daily rainfall does not exceed 0.01 in”.

De forma que *dry spell* é considerado um intervalo de tempo em que a precipitação ficou abaixo de uma quantidade específica e ainda que o intervalo de tempo e a quantidade específica variam dependendo da atividade em questão; *absolute drought* é considerado um período de pelo menos 15 dias sem precipitação mensurável e *partial drought*, que se trata de um intervalo de pelo menos de 29 dias consecutivos durante os quais a precipitação diária não excede 0.01 in.

Este mesmo glossário refere-se à *agricultural drought* e *hydrological drought*, caracterizadas por provocarem consequências nos cultivos agrícolas e no abastecimento de água, respectivamente.

Para Santos e Brunini (2002), o problema da definição de seca ou estiagem é causado pelos conceitos conflitantes de uma variedade de estudos, no campo acadêmico, utilizados para responder a interesses e atividades, e cita como exemplo o hidrólogo, que se interessa pelos períodos com níveis da água em rios abaixo do normal ou mesmo a falta de água em reservatórios; o meteorologista se preocupa com os períodos de chuva com totais inferiores à média; o agrônomo com a insuficiência de água no solo que possa suportar as culturas e o economista com os períodos de baixo suprimento de água por afetar atividades produtivas da sociedade.

Em toda a análise científica é essencial definir e especificar claramente os componentes do problema a ser investigado (SANTOS e BRUNINI 2002), e por isso torna-se primordial uma revisão dos diversos conceitos utilizados, tanto para o fenômeno classificado como seca, quanto e principalmente para o fenômeno estiagem, na tentativa de esclarecer o que realmente está ocorrendo evitando assim a utilização de nomenclaturas errôneas.

Santos e Brunini (2002) classificam a seca em três tipos distintos, a atmosférica, a do solo e a genérica: a atmosférica, identificada por períodos prolongados com condições estáveis, sem chuva, com alta temperatura e ar muito seco; a do solo, que se desenvolve como consequência da seca atmosférica que impõe uma queda rápida da reserva de água no solo e a genérica, é estabelecida quando os dois tipos anteriores são observados. Os autores ainda apontam que o conceito de seca pode variar de região para região com climas diferentes e citam como exemplo, a ilha de Bali, onde qualquer período de 6 dias sem chuva é considerado seca, enquanto que na Líbia a seca só é reconhecida com dois anos sem chuva.

Heim Júnior (2002) utiliza uma classificação elaborada em função das consequências da falta de chuva, de forma a dividi-la em quatro tipos de *drought*: a meteorológica é associada às consequências dos efeitos de fenômenos atmosféricos na redução da pluviometria da região; a agrícola quando as disponibilidades hídricas do solo são inadequadas ou insuficientes para atender à demanda evaporativa dos campos cultivados; a hidrológica relacionada aos períodos com níveis dos fluxos superficiais de água (rios, riachos e córregos) e dos reservatórios abaixo do normal e por fim a sócio-econômica que associa o fornecimento e suprimento de algum bem econômico com elementos de *droughts* meteorológica, agrícola e hidrológica.

No glossário de meteorologia do INMET (2004), não é encontrado o termo estiagem dentre as terminologias oficiais utilizadas, constando somente o termo seca como sendo: “*Clima excessivamente seco numa região específica. Devendo ser suficientemente prolongado para que a falta de água cause sério desequilíbrio hidrológico*”.

Uma classificação bastante simples e subjetiva é descrita pelo INAG (Instituto da Água – Portugal) que afirma: “*A existência de uma seca está condicionada à ocorrência de uma rotura prolongada na regular alimentação de umidade à parte terrestre do ciclo hidrológico*” (RODRIGUES et. al, 2005, 1)

Para o National Drought Mitigation Center (NDMC, s/d), *drought* é um fenômeno que ocorre em todas as zonas climáticas do globo, mas

salienta que suas características variam significativamente de região para região. O NDMC considera que no sentido mais geral, *drought*, se origina de uma deficiência de precipitação por um longo período, resultando em escassez de água para alguma atividade, grupo ou setor ambiental; e ressalta ainda que esse fenômeno não se trata de um fenômeno genuinamente físico, mas sim como um evento natural, cujos impactos na sociedade resultam da relação entre eventos naturais (déficit pluviométrico) e as atividades sócio-econômicas. *“In the most general sense, drought originates from a deficiency of precipitation over an extended period of time, resulting in a water shortage for some activity, group, or environmental sector”*.(NDMC, s/d).

Como forma de identificar o início de um evento de *drought*, o NDMC, considera a ocorrência de um volume de chuva inferior a 75% da média climatológica, além de utilizar dados de evapotranspiração, temperatura, entre outras variáveis meteorológicas.

NDMC (2006), assim como Heim Júnior (2002), também salienta a importância de se utilizar dados de outras variáveis meteorológicas para a caracterização e classificação de *droughts*, e entre tais variáveis destaca-se a temperatura, direção e intensidade do vento e a umidade relativa do ar.

Revisando o referencial teórico relativo aos termos seca e estiagem, nesta pesquisa, optou-se pelo termo que tem sido usado para qualificar a falta de chuva ocasional no estado que é estiagem. Entendemos que a seca representa um termo climatológico, expressando a ausência habitual de chuva numa região ou estação, ou a variabilidade relativa a uma estação úmida. A estiagem, até que se determine uma climatologia, representa um fenômeno meteorológico, que pode ocorrer em qualquer estação do ano, em função de configurações da circulação, mesmo em climas úmidos e que será desastrosa se as atividades desenvolvidas no período de ocorrência forem dependentes de grandes suprimentos de água.

4.2 A QUESTÃO DA VULNERABILIDADE A ESTIAGENS E SECAS

Um fator bastante importante a ser ressaltado é a questão da vulnerabilidade a estiagens e secas, pois uma vez identificada a possibilidade pelos serviços de meteorologia ou ainda depois de iniciado um período de estiagem, as ações devem ser focadas no âmbito da tentativa de dirimir os impactos do fenômeno dos grupos mais vulneráveis.

Mendonça et al (2005), afirma que nos últimos anos tem sido registrada a ocorrência de estiagens em SC, o que demonstra que o fenômeno não é recente na região Oeste catarinense. O que se pode então observar é um aumento das perdas, associadas, provavelmente, ao aumento da vulnerabilidade provocada pela ampliação da pressão sobre os recursos hídricos na região.

De acordo com Wilhite (2002) a vulnerabilidade à seca é influenciada por muitos fatores, onde estão inclusos o crescimento populacional, a tendência de uso da água, as mudanças nas políticas governamentais, as formas de uso da terra, entre outras. O autor salienta que a vulnerabilidade à seca vem crescendo significativamente, por provocar aumento da pressão e competição sobre a água e outros recursos naturais e ainda afirma que a seca é o desastre natural mais complexo e o que mais afeta as pessoas e ainda que a seca, e por consequência a baixa disponibilidade de água, será o mais importante problema a ser enfrentado no futuro, tanto em países desenvolvidos como nos em desenvolvimento (WILHITE 1993).

Para Wilhite (2003), os impactos das secas podem ser divididos em três categorias: o econômico, que incluem perdas agrícolas e em setores diretamente relacionados; o ambiental, que são ligados a prejuízos para espécies animais e plantas, qualidade do ar e água e a degradação de paisagens, entre outros; e o social, que envolve a segurança pública, saúde, conflitos entre usuários de água e etc.

As ações da Defesa Civil convergem exatamente para esta questão, a vulnerabilidade *sócio*, econômica e ambiental e para tanto se utilizam de medidas preventivas que objetivam minimizar danos. Dentre elas, se destacam como as mais eficientes, de acordo com Castro (1996), o manejo integrado das microbacias e o plantio direto.

4.3 FENÔMENOS ATMOSFÉRICOS E AS ESTIAGENS

Como descrito anteriormente, capítulo 3, Santa Catarina assim como a Região Sul do Brasil, são influenciados por diversos sistemas e fenômenos atmosféricos, em virtude de sua posição geográfica, por se encontrarem em latitudes médias. Portanto, esta etapa do trabalho destina-se a descrever sistemas e fenômenos já reconhecidos como possíveis causadores de déficit de chuva no Sul do Brasil e consequentemente na Mesorregião Oeste Catarinense.

4.3.1 El Niño e La Niña

O El Niño e La Niña são caracterizados por anomalias de temperatura da superfície do mar (TSM), ocorridas na região equatorial do Oceano Pacífico.

Nessas situações ocorrem mudanças no padrão de circulação atmosférica, como resultado da interação oceano/atmosfera, devido a grande capacidade da água em transportar energia, influenciando assim as condições de tempo ao redor do globo.

A análise da temperatura na região do Pacífico equatorial é feita através da divisão em quatro áreas conforme é mostrado na Figura2, correspondentes ao Niño1+2, Niño3, Niño3+4 e Niño4.

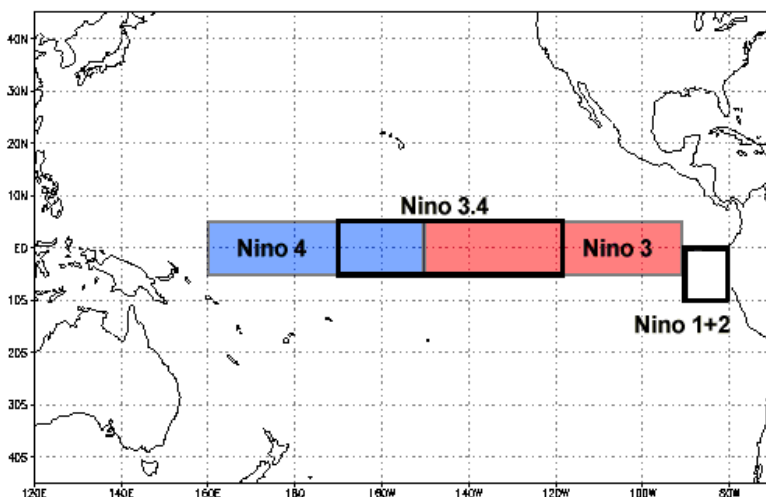


FIGURA 2: Divisão do Oceano Pacífico equatorial em nínios

Fonte: Oliveira (1999)

Coelho e Ambrizzi (2000) em uma análise das regiões do Pacífico Equatorial com maior influência no regime pluviométrico na América do Sul, concluíram que a região do Niño3 indica ser a mais importante. Trenberth (1997) ressalta que a região que tem sido utilizada para a caracterização do ENOS é a do Niño 3.4.

Os estudos efetuados com relação à influência do ENOS para a América do Sul, Região Sul do Brasil e para Santa Catarina indicam, de uma forma geral, que em situação de El Niño há tendência de ocorrência de chuvas acima da média nestas regiões. Os motivos seriam para

Fedorova et al. (2002) a maior frequência de frentes frias no Sul do Brasil, além do incremento da atuação do Jato de Baixos Níveis (JBN) na América do Sul, de acordo com Silva (2005). Grimm e Tedeschi (2004), afirmam que em episódios de El Niño o número de eventos extremos tende a aumentar no Centro-Sudeste do Brasil. Minuzzi, (no prelo) em seu estudo sobre o regime de precipitação em Santa Catarina em eventos do ENOS, afirma que em situação de anomalias positivas (El Niño) há tendência de precipitação acima da média no Oeste catarinense.

De forma oposta, os estudos relacionados com a fase fria do Pacífico equatorial e/ou eventos de La Niña, indicam uma tendência de queda no volume de precipitação no Sul do Brasil e consequentemente no Oeste catarinense. Grimm e Ferraz (1998) salientam, em uma análise abrangente, que em anos de La Niña a Região Sul do Brasil apresenta anomalias negativas de precipitação (chuva abaixo da média) na primavera do ano de início do evento e positivas no ano seguinte. Em um estudo mais recente, Grimm e Tedeschi (2004) indicam que em eventos de La Niña foi observada diminuição de eventos extremos nos meses de outubro e novembro do ano de início da forçante climática, e uma queda ainda mais expressiva no número de eventos extremos no mês de janeiro do ano seguinte no Centro-sudeste do Brasil; comportamento que foi também verificado por Minuzzi (no prelo) em seu estudo realizado especificamente para Santa Catarina. O autor indica que no Oeste do estado, região de interesse deste trabalho, ocorre principalmente um decréscimo de eventos de chuva com volumes entre 5-20 mm e acima de 20 mm.

Para Nery (2005), os eventos de El Niño e La Niña não determinam as chuvas na Região Sul, mas são importantes, quanto a intensidade das mesmas no Oeste catarinense. Ainda de acordo com o autor, tendo em vista a complexidade na dinâmica das chuvas na Região Sul, se faz necessário analisar sua gênese para tentar entender as chuvas intensas ou a falta de chuva nesta região. A questão da real influência do ENOS no regime de chuvas foi também levantada por Manson e Goddard (2001) que chamam a atenção para um exagero em relação a esta influência. Um exemplo disto foi o evento de La Niña forte ocorrido entre 1975 e 1976, em que foram encontrados valores de chuva acima da média no Oeste de Santa Catarina (Minuzzi, no prelo).

Minuzzi (no prelo) ressalta que o Planalto Norte e o Oeste, foram regiões com maiores registros de chuva dentro da média, durante eventos do ENOS em sua fase fria, o que reforça ainda mais a necessidade de avaliar distúrbios de menor escala, para entendermos a

dinâmica e as configurações atmosféricas que resultam em eventos de estiagem no Oeste catarinense.

4.3.2 Zona de Convergência do Atlântico Sul - ZCAS

A Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) é, de forma sucinta, definida como uma persistente faixa de nebulosidade orientada no sentido noroeste-sudeste, que se estende do sul da Amazônia ao Atlântico Sul-Central por alguns milhares de km, bem caracterizada nos meses de verão (IAG/MASTER, 2004).

Nery (2005) relata que observações indicam um padrão de dipolo de anomalias de precipitação entre o Sul e o Sudeste do Brasil, ou seja, uma associação entre períodos de enchentes na Região Sudeste, no verão, com veranicos na Região Sul, quando a ZCAS fica posicionada sobre o Sudeste por muitos dias; assim como o contrário, enchentes no Sul e veranicos no Sudeste ocorrem quando o sistema se localiza na Região Sul.

Kodama (1992) e Quadro (1994) analisaram diversas características atmosféricas e oceânicas da ZCAS. Entre elas, verificaram o transporte de umidade em baixos níveis, a manutenção da convecção pela convergência de umidade na baixa e na média troposfera, e o alto contraste de umidade, o que explica a queda da precipitação nos episódios em que a ZCAS está posicionada no Sudeste brasileiro, canalizando, portanto, a umidade de baixos níveis para aquela região e por isso diminuindo as condições para a manutenção de sistemas causadores de chuva na Região Sul do Brasil.

Albrecht e Silva Dias (2004) realizaram uma análise de períodos correspondentes à presença ou não da ZCAS, associada à Oscilação Intrazonal (OIS). Este estudo mostrou uma grande diferença no tipo, tamanho e processos microfísicos de crescimento de hidrometeoros em cada período: naquele em que não ocorre ZCAS, há convecção mais intensa, resultando em fortes processos de formação da precipitação tanto convectivo quanto estratiforme; naqueles em que a ZCAS encontra-se bem estabelecida, os sistemas precipitantes são de menor intensidade com características menos convectivas.

4.3.3 Bloqueio atmosférico

Outro sistema de grande importância nas anomalias de precipitação no sul do Brasil e consequentemente para a Mesorregião Oeste Catarinense é, segundo Fuentes (1997), o bloqueio atmosférico, responsável por causar alterações duradouras nas condições de tempo sobre extensas áreas, onde atua.

A influência dos bloqueios não é uma preocupação atual, pois os primeiros estudos destes são datados na década de 40 e 50, conceitos estes utilizados pela maioria dos pesquisadores atuais, como, Casarin (1983), Marques (1996), Fuentes (1997), Trigo et al (2004), Mendes et al (2005) entre outros.

Segundo Mendes et.al (2005), nos últimos 20 anos, foram realizados vários estudos sobre bloqueios no Hemisfério Sul, mas que exploram apenas sua climatologia e duração. Os autores caracterizam os bloqueios, no Hemisfério Sul, como anticiclones anômalos semi-estacionários localizados em torno de 60°S de latitude e ressaltam que os mesmos produzem um brusco desvio dos sistemas transientes (frentes frias e ciclones) quer pelo seu flanco equatorial quer pela região do seu flanco polar. Para Fuentes (1997), sua influência ocorre na circulação atmosférica, que em médios níveis é caracterizada por um escoamento zonal de oeste para leste, mas que em situação de bloqueio passa a apresentar deslocamento meridional; o que ocasiona um desvio na trajetória de sistemas transientes de oeste, como frente frias, ciclones e anticiclones. O desvio dos sistemas transientes causa impactos na precipitação e temperatura, como secas na região bloqueada e enchentes no lado polar e equatorial (Knox e Hay, 1984).

Neste sentido, Sanders (1953), afirma que os sistemas migratórios podem ficar estacionários ou se deslocar na periferia da alta de bloqueio (anticiclone que se forma ao sul da alta subtropical), podendo causar alterações persistentes nas condições de tempo em áreas extensas.

Mesmo que este sistema resulte em interferências relevantes nas condições de tempo e seja objeto de diversos estudos, não há, até o momento, uma teoria totalmente aceita sobre a formação, manutenção e enfraquecimento de bloqueios, devido a sua extrema complexidade. Uma das teorias afirma que a formação de bloqueio está associada com amplificação de ondas estacionárias (ondas 1, 2 e 3), que no Hemisfério Norte (HN) são geradas por efeitos da orografia e contraste térmico entre o continente e o oceano. Porém nas latitudes médias do Hemisfério Sul (HS), as assimetrias orográficas são mais reduzidas do que no HN,

encontrando-se apenas no sul da América do Sul e no sul da Nova Zelândia, conforme Marques (1996). Para Tokioka e Noda (1986), a orografia e o contraste térmico possuem similar magnitude no HN, quanto ao papel que desempenham na geração de ondas estacionárias de grande escala, enquanto que no Hemisfério Sul, a forçante orográfica é substancialmente mais fraca do que a térmica.

Nesse estudo os bloqueios atmosféricos foram classificados em dois tipos básicos, dipolo também conhecidos como “S” e ômega invertido e de acordo com sua configuração, como segue.

1. Tipo dipolo: constitui-se de um anticiclone de grande amplitude acompanhado de um ciclone no lado equatorial, mostrado na Figura3 (a);
2. Tipo ômega: constitui-se de um anticiclone entre dois ciclones na forma de uma letra Omega invertida no HS, de acordo com a Figura3 (b).

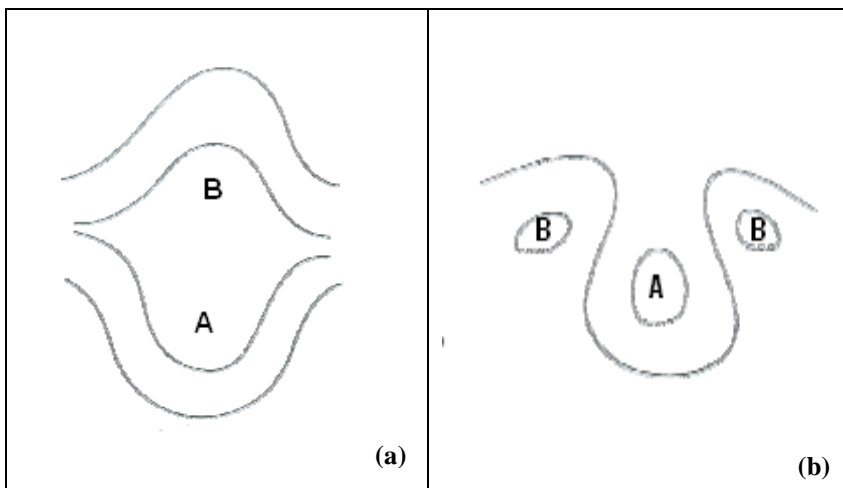


FIGURA 3: Configurações características de cada tipo de bloqueio atmosférico

Fonte: Adaptado pela autora

Os bloqueios atmosféricos podem ser identificados de duas formas, através de métodos quantitativos utilizando-se de índices de bloqueios, compostos por equações matemáticas, que identificam variações da altura geopotencial em 500mb; e de forma qualitativa ou empírica, que utiliza de critérios específicos, como os descritos no capítulo 5.

Outro fator importante a ser levantado com relação aos bloqueios é que os mesmos ocorrem tanto em condições de El Niño e de La Niña, tendendo a apresentar-se mais intensos em casos de La Niña e com maior frequência em casos de El Niño, de acordo com Mendes (2005). Fuentes (1997) indica que em anos de La Niña os bloqueios ocorrem preferencialmente no mês de maio, enquanto que em anos de El Niño, a preferência se dá para os meses de junho e julho.

CAPÍTULO 5

5.1 PROCEDIMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

5.1.1 Materiais e Métodos

A execução deste trabalho foi dividida em duas partes, a primeira objetivou identificar os eventos de estiagem e a segunda foi desenvolvida com intuito de identificar possíveis sistemas e/ou fenômenos meteorológicos responsáveis pelo déficit de precipitação na mesoregião Oeste catarinense.

Para a caracterização dos eventos de estiagem, foram utilizados dados diários de precipitação do período compreendido entre janeiro de 2001 e dezembro de 2006 e médias simples dessa mesma variável, calculadas utilizando a série histórica, cedidos pela Epagri/Ciram para quatro estações meteorológicas localizadas na Mesoregião Oeste Catarinense, conforme é mostrado na tabela 1.

Os dados diários de precipitação foram somados, originando um valor acumulado mensal que foi subtraído da média da série, resultando assim na anomalia de precipitação, ou seja, na quantidade de chuva que ocorreu acima ou abaixo do esperado para cada mês em cada ano do período em questão. Também através dos dados diários, foram contabilizados os dias consecutivos sem chuva (com volume de chuva menor ou igual a 1,0mm) para cada um dos municípios, para cada mês e ano do período estudado.

TABELA1: Localização das estações meteorológicas e período correspondente a série de dados utilizada para o cálculo da média climatológica de precipitação

Município	Latitude	Longitude	Período da série
São Miguel d'Oeste	26° 47' 09"	53° 30' 13"	1988 / 2007
Chapecó	21° 05' 26"	52° 38' 02"	1973 / 2007
Ponte Serrada	26° 55' 13"	51° 55' 39"	1986 / 2007
Itapiranga	27° 10' 46"	53° 38' 43"	1986 / 2007

Fonte: Epagri/Ciram.

Após a análise conceitual acerca do que pode ser caracterizado como seca ou estiagem, observou-se que a Defesa Civil Nacional é um dos únicos órgãos que trata de forma distinta estes fenômenos e ainda explicita em que condições se devem classificar a ocorrência como seca ou estiagem.

Portanto, neste trabalho foi utilizado como conceito base o de Castro (1996), mesmo utilizado por esta instituição, além dos fatores caracterizadores ou condicionantes da ocorrência, descritos a seguir:

- 1°. Médias de precipitação pluviométrica mensal inferiores a 60% da média climatológica, ou seja, do volume esperado para o mês;
- 2°. Início da temporada chuvosa atrasada por um prazo superior a 15 dias.

Porém com relação ao item 2 foi efetuado um ajuste, uma vez que, o estado de Santa Catarina não apresenta estação chuvosa e sim precipitação em todos os meses do ano, conforme descrito anteriormente. Portanto, foi considerado período de estiagem um intervalo de tempo igual ou superior a 15 dias consecutivos sem precipitação maior a 1,0mm e/ou meses em que a precipitação acumulada apresentou volumes abaixo da média.

As análises relacionadas aos eventos de ENOS, foram efetuadas com base nos dados disponibilizados pelo National Centers for Environmental Prediction (NCEP)/National Oceanic And Atmospheric Administration (NOAA), de acordo com a tabela 2.

As relações disponíveis como o histórico de ocorrências de El Niño e La Nina e suas respectivas intensidades podem diferir uma das outras, dependendo do critério adotado para tais definições. Neste trabalho foram utilizados os dados constantes da NOAA (National Oceanic & Atmospheric Administration), que considera como um evento ENOS, o limite de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ para a anomalia da TSM da região Niño 3.4 observada em pelo menos cinco trimestres.

Esta tabela apresenta-se dividida em trimestres e as anomalias de Temperatura da superfície do mar (TSM), que caracterizam eventos de El Niño (fonte na cor vermelha), La Niña (fonte na cor azul) e período de neutralidade (fonte na cor preta).

A análise da influência do ENOS foi realizada constatando-se quais meses com estiagem ocorreram em períodos com El Niño, La Niña ou em uma situação de neutralidade, de acordo com os dados constantes na tabela 2.

Tabela 2: Relação de eventos de El Niño e La Niña por trimestre entre os anos de 2001 e 2006

Year	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
2001	-0.7	-0.5	-0.4	-0.2	-0.1	0.1	0.2	0.1	0.0	-0.1	-0.2	-0.2
2002	-0.1	0.1	0.3	0.4	0.7	0.8	0.9	0.9	1.1	1.3	1.5	1.3
2003	1.1	0.8	0.6	0.1	-0.1	0.0	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.5
2004	0.4	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.7	0.8	0.9	0.9	0.9	0.8
2005	0.6	0.5	0.3	0.4	0.5	0.3	0.2	0.0	0.0	-0.2	-0.4	-0.7
2006	-0.8	-0.7	-0.4	-0.2	0.0	0.1	0.3	0.4	0.7	0.9	1.1	1.1

Fonte: NCEP/NOAA

A avaliação da influência da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), foi realizada com base nos Boletins mensais da Climanálise do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), disponíveis na homepage <http://www.cptec.inpe.br>. Esta análise também foi indireta, ou seja, através dos registros de ocorrência constantes nos boletins foram contabilizados todos os eventos e dias com configuração da ZCAS localizada do Sudeste do Brasil para o norte, que, assim como descrito anteriormente, favorecem a ocorrência de déficit de chuva na Região Sul do Brasil.

As configurações atmosféricas associadas a bloqueios atmosféricos durante os períodos de estiagem foram avaliadas pelo método qualitativo ou empírico de identificação, ou seja, mediante análise sequencial de “campos” diários confeccionados com base nos dados médios diários de reanálise, de pressão a superfície, de vento e geopotencial no nível de 500hpa, vento e Jato em 250hpa. Estes foram obtidos através da Reanálise do National Centers for Environmental Prediction/National Centers for Atmospheric Research (NCEP/NCAR), para área localizada entre as longitudes 0° e 180°W e entre as latitudes 0° e 70°S, possibilitando, assim, a visualização dos sistemas atuantes, bem como o intervalo de tempo de influência dos mesmos nas condições de tempo sobre a região em estudo. Utilizando estes mesmos dados, foram confeccionados campos médios relativos aos eventos de bloqueio com maior duração, de forma a ilustrar as configurações de bloqueios mais duradouros em especial suas posições e tipos.

As reanálises do NCEP/NCAR são consideradas uma base de dados meteorológicos das mais completas e consistentes, sendo produzidas para atender grupos de pesquisa e monitoramento climático. Estas informações digitais são geradas pelo modelo global de análise-previsão, implementado operacionalmente no NCEP/NCAR, com a assimilação de dados não disponíveis em tempo real, provenientes de diversos países e organizações, como informações de superfície terrestre

e marítima, de radiossondas, aeronaves e satélites; tais dados estão disponíveis em grade horizontal de $2.5^\circ \times 2.5^\circ$ de latitude e longitude, com resolução temporal a cada 6 horas, nos horários das 06, 12, 18 e 00 UTC (Tempo coordenado Universal). Neste estudo as análises foram realizadas com dados médios destes quatro horários diários, disponíveis na homepage <http://www.cdc.noaa.gov>.

Para a geração dos “campos” foram também utilizados dados de climatologia diária das variáveis, pressão ao nível médio do mar e de geopotencial no nível de 500hPa, de forma a se obter dados de anomalias. Estes dados de climatologia, constituída por um período entre 1968 – 1996, também foram extraídos do NCEP/NCAR.

Os “campos” são gráficos de isolinhas que unem pontos de mesmo valor das variáveis a serem analisadas, gerados pelo programa Grid Analysis and Display System (GrADS), que trata-se de uma ferramenta interativa utilizada para a análise e exibição de dados de ciência da Terra. Este sistema fornece um ambiente integrado para acesso, manipulação e exibição de dados, utilizando modelos de dados em quatro dimensões, normalmente latitude, longitude, nível e tempo. Cada conjunto de dados está localizado dentro de um espaço de quatro dimensões através do uso de um arquivo descritor de dados. A representação interna de um arquivo de dados pode ser binário ou GRIB.

Para a caracterização dos eventos de bloqueio foram utilizados os critérios comuns aos pesquisadores Rex (1950), Van Loon (1956) e Casarin (1983), como segue:

1. o escoamento de oeste divide-se em dois ramos em médios e altos níveis da atmosfera;
2. precisa ser observada na bifurcação do escoamento com uma rápida transição do fluxo zonal de oeste a montante para o fluxo do tipo meridional a jusante;
3. o deslocamento do bloqueio, dado pelo movimento do centro da alta, durante o período total do bloqueio, precisa ser menor que 25° de longitude;
4. o centro da alta de bloqueio precisa estar no mínimo 10° ao sul da posição normal do cinturão de altas subtropicais;
5. o bloqueio precisa durar pelo menos cinco dias.

A data inicial de cada evento de bloqueio é determinada pelo aparecimento da condição (1) e o final é determinado pelo

desaparecimento de uma ou mais condições expressas nos itens (2), (3) ou (4).

Além dos critérios acima descritos outro fator deve ser observado na caracterização dos bloqueios que é a condição de barotropia do sistema, ou seja, a alta pressão ou crista de alta pressão tem que estar configurada em superfície, em médios e altos níveis da atmosfera, em posições semelhantes sem apresentar inclinação significativa para oeste, o que o caracterizaria como um sistema baroclínico. Em eventos de bloqueio que foram identificados mais de um anticiclone de bloqueio, chamado duplo, foram contabilizados dois bloqueios em um mesmo evento.

Por último para a identificação de posições preferenciais de atuação dos bloqueios atmosféricos, de acordo com sua posição longitudinal, utilizou-se a ferramenta estatística distribuição de frequência, efetuada por meio do software Microsoft Office Excel, assim como os gráficos referentes aos resultados.

CAPÍTULO 6

6.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Assim como descrito anteriormente este estudo foi dividido em duas partes a primeira relacionada à identificação dos eventos de estiagem e a segunda associada à verificação de sistemas e/ou fenômenos atmosféricos já identificados como possíveis responsáveis pela falta de chuva na região em questão.

6.1.1 Identificação dos eventos de estiagem

Utilizando os critérios descritos por (CASTRO, 1996) aplicados aos dados diários de precipitação e com a utilização das médias das séries históricas, foram identificados 12 eventos de estiagem ocorridos entre os anos de 2001 a 2006. A partir dos resultados foram confeccionados gráficos para uma melhor visualização.

Na Figura 4 (a) e (b), referente ao ano de 2001, constata-se a ocorrência de estiagem nos meses de julho, agosto e dezembro por apresentarem chuva abaixo da média e mais de quinze dias sem chuva igual ou maior a 1,0mm, ao passo que em outubro a estiagem foi caracterizada pela ocorrência de chuva abaixo do esperado.

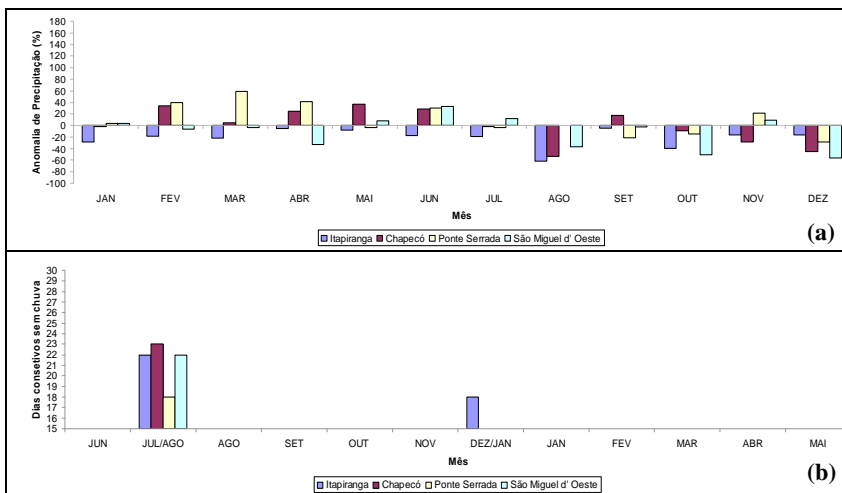


Figura 4: Anomalia de precipitação ano de 2001 (a) e dias consecutivos sem chuva (b) nos anos de 2001 e 2002, para os municípios de Itapiranga, Chapecó, Ponte Serrada e São Miguel d'Oeste.

No ano de 2002, conforme é mostrado na Figura 5, o fenômeno da estiagem foi observado nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril e julho, por terem apresentado déficit de chuva, mas em nenhum dos meses foi constatado período maior ou igual a 15 dias sem chuva. Neste caso é importante salientar que a falta de chuva já vinha ocorrendo no ano anterior, o que veio a se agravar com os quatro meses consecutivos entre o verão e outono do referido ano.

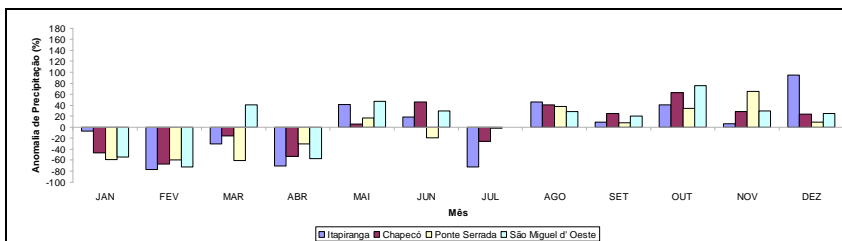


Figura 5: Anomalia de precipitação ano de 2002 para os municípios de Itapiranga, Chapecó, Ponte Serrada e São Miguel d'Oeste.

Em 2003, os eventos de estiagem ocorreram entre maio e setembro, ou seja, durante cinco meses consecutivos Figura 6 (a) e (b); enquanto que em 2004 (Figura 7 (a) e (b)) o fenômeno ocorreu em três períodos intercalados, o primeiro entre os meses de janeiro e abril, o segundo de junho e agosto e o terceiro em novembro e dezembro que perdurou até março do ano seguinte (2005) (Figura 8b).

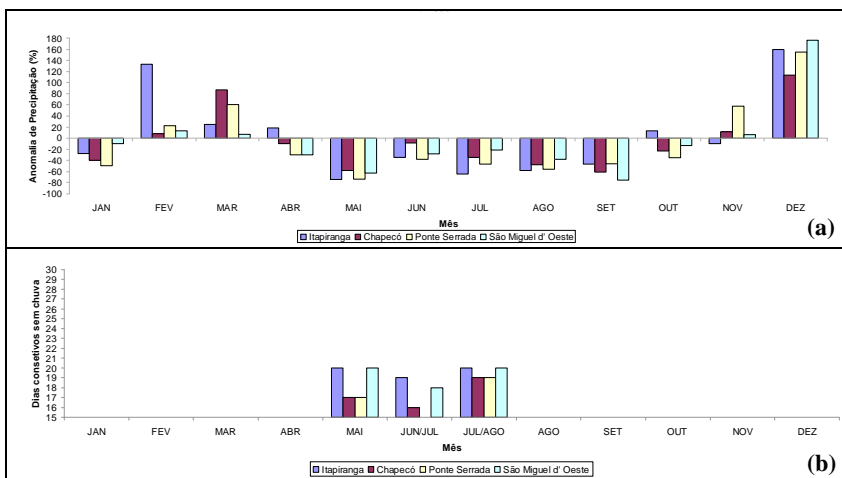


Figura 6: Anomalia de precipitação ano de 2003 (a) e dias consecutivos sem chuva (b) no ano de 2003, para os municípios de Itapiranga, Chapecó, Ponte Serrada e São Miguel d'Oeste.

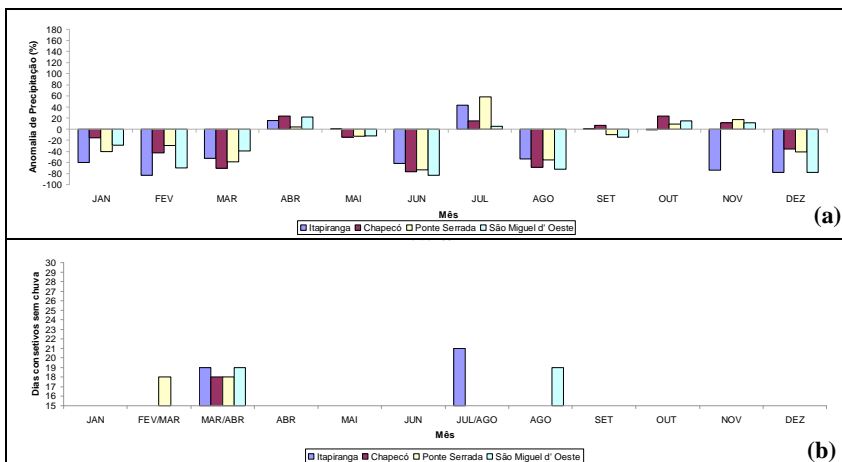


Figura 7: Anomalia de precipitação ano de 2004 (a) e dias consecutivos sem chuva (b) no ano de 2004, para os municípios de Itapiranga, Chapecó, Ponte Serrada e São Miguel d'Oeste.

No ano 2005, também foram observados três ocorrências do fenômeno (Figura 8 (a) e (b)), o primeiro, conforme já foi citado, entre janeiro e março, o segundo de maio a agosto e por fim, mais uma vez, a última começando em novembro e se estendendo até o ano posterior, 2006 (Figura 9b).

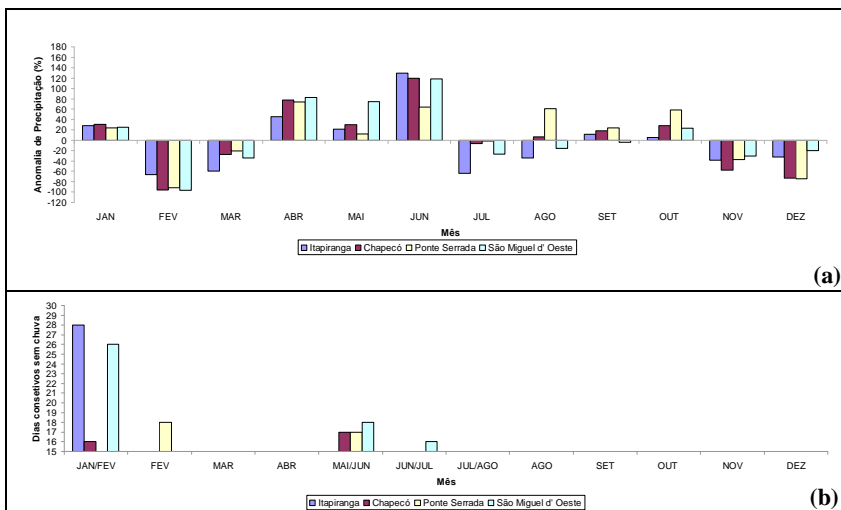


Figura 8: Anomalia de precipitação ano de 2005 (a) e dias consecutivos sem chuva (b) no ano de 2005, para os municípios de Itapiranga, Chapecó, Ponte Serrada e São Miguel d'Oeste.

O ano de 2006 apresentou, assim como os dois anos anteriores (2004 e 2005), 9 meses com chuva irregular no oeste catarinense, sendo constatada a ocorrência de estiagem nos meses de janeiro, fevereiro, abril, maio, junho, julho, outubro, novembro e dezembro (Figura 9 (a) e (b)).

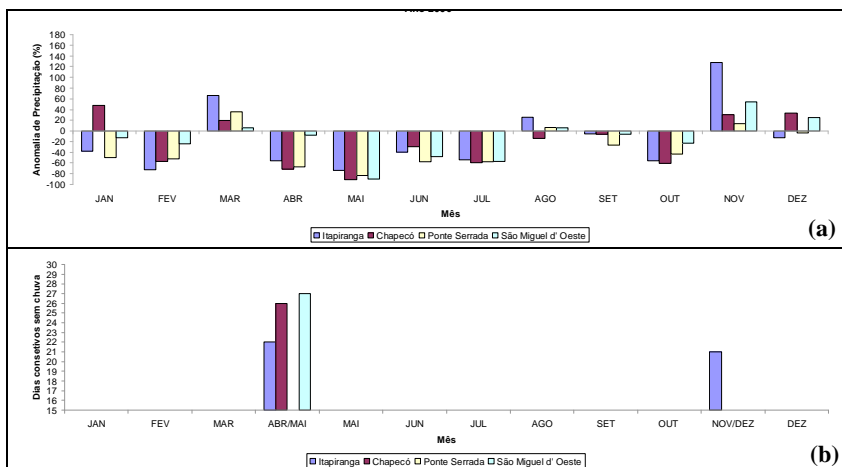


Figura 9: Anomalia de precipitação ano de 2006 (a) e dias consecutivos sem chuva (b) no ano de 2006, para os municípios de Itapiranga, Chapecó, Ponte Serrada e São Miguel d'Oeste.

A tabela 3 apresenta de forma resumida os eventos de estiagem identificados e descritos anteriormente.

Tabela 3: Eventos de estiagem na Mesorregião Oeste Catarinense

Evento	Período
1	Julho 2001 a Agosto 2001
2	Outubro 2001
3	Dezembro 2001 a Abril 2002
4	Julho de 2002
5	Maio 2003 a Setembro 2003
6	Janeiro de 2004 a Abril 2004
7	Junho 2004 a Agosto 2004
8	Novembro 2004 a Março 2005
9	Maio 2005 a Agosto 2005
10	Novembro 2005 a Fevereiro 2006
11	Maio 2006 a Julho 2006
12	Outubro 2006 a Dezembro 2006

Fonte: Elaborada por Francine Gomes Sacco.

6.1.2 Fenômenos e/ou sistemas atmosféricos nos eventos de estiagem

De posse dos eventos de estiagem partiu-se para verificação da influência do ENOS, com o intuito de identificar a ocorrência de episódios de La Niña concomitantes aos períodos de estiagem; posteriormente para a verificação da ocorrência da ZCAS, posicionada do Sudeste do Brasil para o norte e por fim para a análise a cerca dos bloqueios atmosféricos.

Com relação à análise do ENOS, constatou-se que todos os eventos de estiagem, identificados entre os anos de 2001 e 2006, ocorreram em fases de neutralidade ou em períodos de aquecimento das águas do Pacífico equatorial, configurando episódios de El Niño, conforme é possível identificar na tabela 4.

Na tabela 4 se pode observar, de forma resumida, os resultados encontrados e esta será objeto de discussão a seguir. Em uma primeira análise percebe-se a influência significativa de bloqueios atmosféricos, indicada pela porcentagem de dias com bloqueios com relação ao total de dias dos eventos de estiagem, que na maioria dos casos esteve acima dos 50%, atingindo um máximo de 82% no E7.

Tabela 4: Resumo de resultados referentes a influência de bloqueios, ZCAS e ENOS

Evento	Data	Total de dias do evento de estiagem	Número de eventos de bloqueios	Número de dias com bloqueios	% de dias com bloqueios	Número de eventos de ZCAS	Número total de dias com ZCAS	Número de dias com ZCAS e bloqueios	Número de dias apenas com ZCAS	% de dias influência apenas ZCAS	ENOS
1	Julho 2001 / Agosto 2001	62	4	36	58	0	0	0	0	0	Neutro
2	Outubro 2001	31	3	22	71	0	0	0	0	0	Neutro
3	Dezembro 2001 / Abril 2002	151	12	86	57	2	18	21	3	2	Neutro
4	Julho de 2002	31	3	19	61	0	0	0	0	0	El Niño fraco
5	Maio 2003 / Setembro 2003	153	17	122	80	0	0	0	0	0	Neutro
6	Janeiro de 2004 / Abril 2004	121	8	75	62	5	31	20	11	9	Neutro
7	Junho 2004 / Agosto 2004	92	13	75	82	0	0	0	0	0	El Niño fraco
8	Novembro 2004 / Março 2005	151	11	77	51	6	39	21	18	12	El Niño fraco
9	Maio 2005 / Agosto 2005	123	10	77	63	0	0	0	0	0	Neutro
10	Novembro 2005 / Fevereiro 2006	120	8	53	44	6	37	10	27	23	Neutro
11	Maio 2006 / Julho 2006	92	8	69	75	0	0	0	0	0	Neutro
12	Outubro 2006 / Dezembro 2006	92	4	28	30	5	32	5	27	29	El Niño fraco

Fonte: Elaborada por Francine Gomes Sacco

Nesta etapa do trabalho serão descritos, por evento de estiagem, os resultados obtidos com relação à influência da ZCAS e de bloqueios atmosféricos, uma vez que não foram identificados episódios de La Niña nos períodos analisados, como pode ser observado na tabela 4.

De forma a otimizar o texto, será apresentado apenas um exemplo de bloqueio atmosférico por evento de estiagem, eleito por apresentar maior número de dias. Para tanto foram confeccionados campos médios de pressão a superfície, geopotencial em 500hPa, e vento em 500hPa e 250hPa, com intuito de ilustrar a configuração de bloqueio responsável pela falta de chuva, em especial o tipo e posição dos mesmos.

6.1.2.1 Evento 1 (E1)

O primeiro evento de estiagem foi observado entre os meses de julho e agosto de 2001 e caracterizado por apresentar chuva abaixo da média no mês de agosto, além de também apresentar mais de 15 dias consecutivos sem precipitação na região de estudo. Trata-se de meses do inverno no Hemisfério Sul, e por isso não houve influência da ZCAS, que é um sistema característico do período entre o final da primavera e o verão.

Com relação aos bloqueios atmosféricos, no primeiro evento, que será chamado E1, foram identificados quatro eventos de bloqueio que totalizaram 36 dias, representando 58% do período. Destes quatro eventos ressalta-se o ocorrido entre os dias 17 e 30 de agosto, por ser o mais longo.

A Figura 10 mostra o campo médio deste evento de bloqueio. Nela é possível observar um bloqueio do tipo dipolo localizado no Oceano Pacífico entre as longitudes 160°W e 140°W, acompanhada do sistema de baixa pressão posicionado no seu flanco equatorial, centrado entre 160° e 140°W e entre 30°S e 35°S (Figura 10 (a) e (b)). No Oceano Atlântico nota-se uma ampla área de alta pressão, mas que não configura uma alta de bloqueio, por estar inserida no cinturão de Altas Subtropicais. Com essa configuração os sistemas transientes, como as frentes frias, que são os principais sistemas causadores de chuva no inverno em SC (MONTEIRO, 2001), se deslocam até o Uruguai e Rio Grande do Sul e são desviadas para o oceano sem atingir o Estado de Santa Catarina.

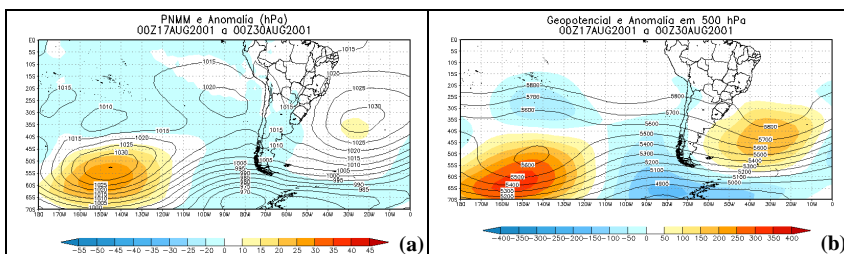


FIGURA 10: Campo médio de pressão e anomalia ao nível médio do mar (a); de geopotencial e anomalia, entre os dias 17 e 30/08/2001

Fonte:NCEP/NCAR

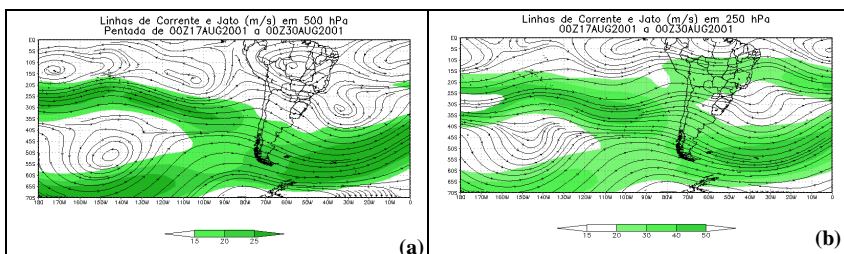


FIGURA 11: Campo médio de vento e Jato ao nível de 500hPa (a) e 250hPa (b) entre os dias 17 e 30/08/2001

Fonte:NCEP/NCAR

6.1.2.2 Evento 2 (E2)

Nesse segundo evento a situação de estiagem foi constatada durante o mês de outubro, na primavera no Hemisfério Sul. Este evento foi identificado por apresentar volume abaixo do esperado para o mês, ou seja, inferior à média em todas as estações meteorológicas. Em alguns casos, em outubro se observa configurações de ZCAS, mas neste período em especial não houve formação da mesma.

Esse segundo evento E2 apresentou curta duração entre os dias 1º e 31 de outubro de 2001, totalizando apenas 31 dias. Neste caso foram identificados três (3) eventos de bloqueio, que totalizaram 22 dias de influência, representando 71% do período. O evento de bloqueio de maior duração se estendeu por 10 dias entre 1º a 10 de outubro de 2001 (Figura 12 (a)). Esse evento começou com configuração de bloqueio duplo com uma alta de bloqueio posicionada no Oceano Pacífico, entre 170°W e 160°W com sua crista se estendendo de 45°S para sul, e outra

no Atlântico entre 60°W e 50°W, que persistiu entre os dias 1° e 05 de outubro. Após o dia 06 de outubro a alta do Pacífico se desconfigurou, permanecendo somente a do Atlântico até o dia 10 de outubro. Esta se deslocou um pouco mais para leste, se posicionando em torno de 40°W (Figura 12 (c)). Essa mesma configuração é possível ser visualizada nos campos de geopotencial em 500hPa (Figura 12 (b) e (d)) e de vento em 500hPa e 250hPa (Figuras 13 (a), (b), (c) e (d)). Neste caso a alta de maior relevância para a região de estudo foi a posicionada no Oceano Atlântico visto que está mais próxima da América do Sul. Com o escoamento imposto por esta configuração, as frentes frias e demais sistemas transientes de oeste se deslocam pelo oceano, contornando a alta de bloqueio, não atingindo assim a Mesorregião Oeste Catarinense.

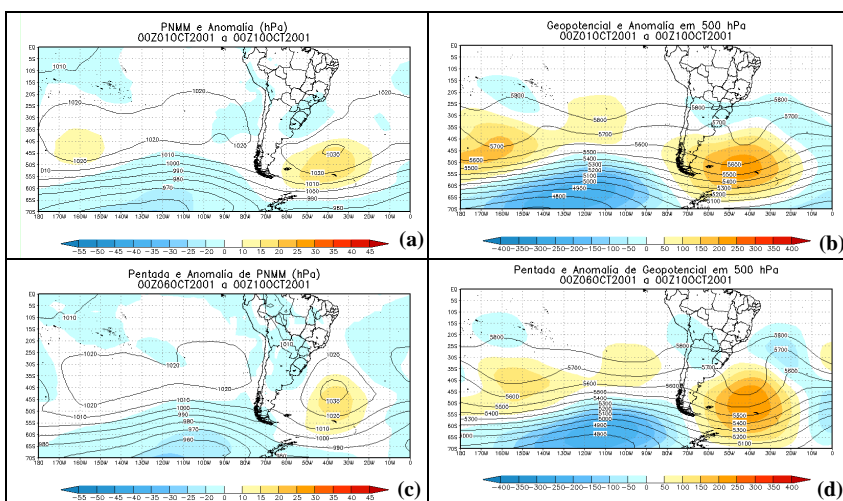


FIGURA 12: Campo médio de pressão e anomalia ao nível médio do mar (a); de geopotencial e anomalia (b), entre os dias 01 e 10/10/2001 e campo médio de pressão e anomalia ao nível médio do mar (c); de geopotencial e anomalia (d), entre os dias 06 e 10/10/2001

Fonte: NCEP/NCAR

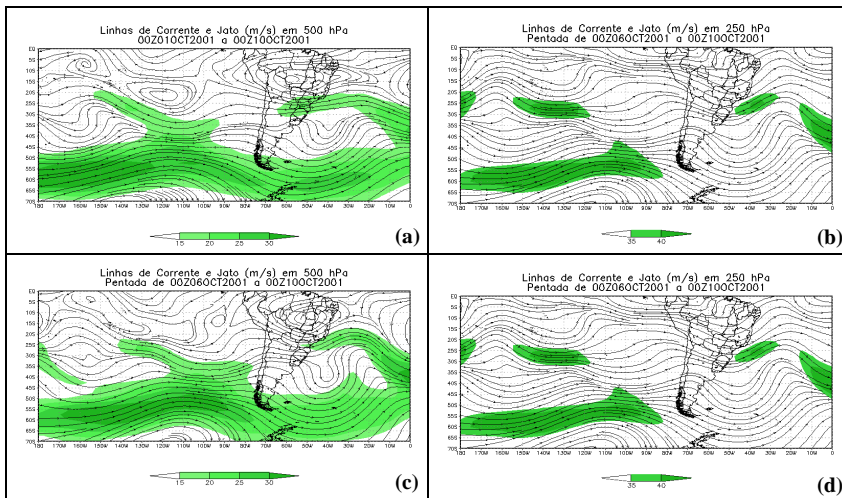


FIGURA 13: Campo médio de vento e Jato ao nível de 500hPa (a) e 250hPa (b) entre os dias 01 a 10/10/2001 e campo médio de vento e Jato ao nível de 500hPa (c) e 250hPa (d) entre os dias 06 a 10/10/2001

Fonte: NCEP/NCAR

6.1.2.3 Evento 3 (E3)

O evento 3, (E3) se estendeu desde o mês de dezembro de 2001 até abril do ano seguinte 2002 (tabela 2), perdurando por cinco meses, sendo um dos mais longos do período estudado. O E3 foi identificado pela ocorrência de chuva abaixo da média em todos os meses, além do período maior que 15 dias consecutivos sem chuva no mês entre dezembro de 2001 e janeiro de 2002. Este evento se configurou durante o verão no Hemisfério Sul, quando as temperaturas ficam mais elevadas, o que potencializa ainda mais os efeitos da falta de chuva.

Nessa época do ano é comum a atuação da ZCAS, e no E3 ela influenciou as condições de tempo em 4 eventos, representando 23 dias. O primeiro episódio de ZCAS inserido no E3 ocorreu entre os dias 17 e 21 de dezembro seguido de mais um em neste e dois em fevereiro. O mais longo perdurou por nove (9) dias entre 16 e 24 de fevereiro, (CLIMANÁLISE, 2001; 2002). Dentre os 23 dias sob influência da ZCAS, foi constatada configuração de bloqueios concomitantemente em 20, restando três em que a ZCAS foi, provavelmente, a responsável pela pouca precipitação na Mesorregião Oeste Catarinense, o que representa apenas 2% dos 151 dias em que foi observado déficit de precipitação nesta região.

Com relação aos bloqueios no E3, foram identificados 12 eventos de bloqueio, que juntos somaram 86 dias, representando 57% do total de dias. A maioria dos eventos de bloqueio durou entre cinco e seis dias, mas um deles, entre os dias 06 e 24 de dezembro de 2001, perdurou por 19 dias. Este, assim como o anterior, apresentou configuração de bloqueio duplo, com uma alta no Pacífico e outra no Atlântico. A alta de bloqueio do Pacífico foi a mais duradoura, se estendendo pelos 19 dias, enquanto que a do Atlântico permaneceu configurada por cinco dias consecutivos somente entre os dias 12 e 16 de dezembro. A Figura 14 mostra o campo médio do total do evento de bloqueio. Nela é possível observar o sinal das duas altas, mas principalmente a localizada no Oceano Pacífico, entre as longitudes 160°W e 150°W, com sua crista estendida de 45°S para o sul. Na costa sul da América do Sul é possível identificar uma crista entre 50°W e 30°W, resultante da alta de bloqueio que é melhor visualizada na Figura 16, referente ao período entre os dias 12 e 16 de dezembro de 2001.

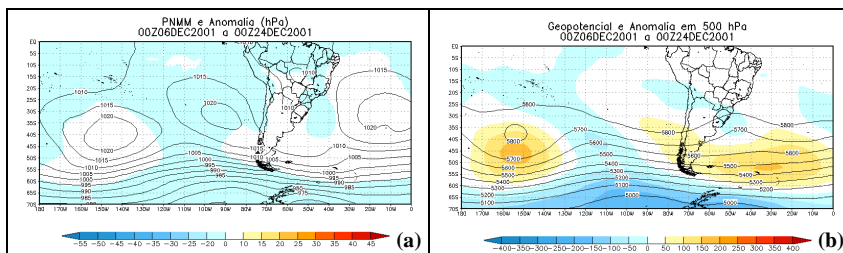


FIGURA 14: Campo médio de pressão e anomalia ao nível médio do mar (a); de geopotencial e anomalia (b), entre os dias 06 e 24/12/2001

Fonte:NCEP/NCAR

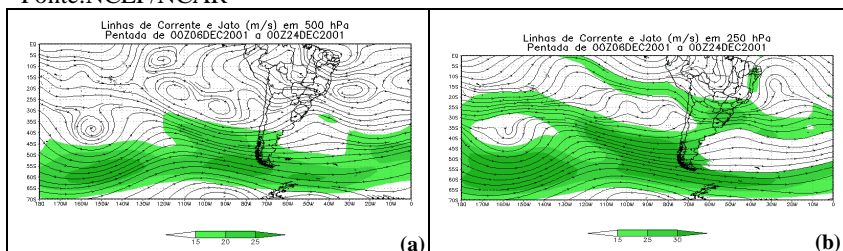


FIGURA 15: Campo médio de vento e Jato ao nível de 500hPa (a) e 250hPa (b) entre os dias 06 e 24/12/2001

Fonte:NCEP/NCAR

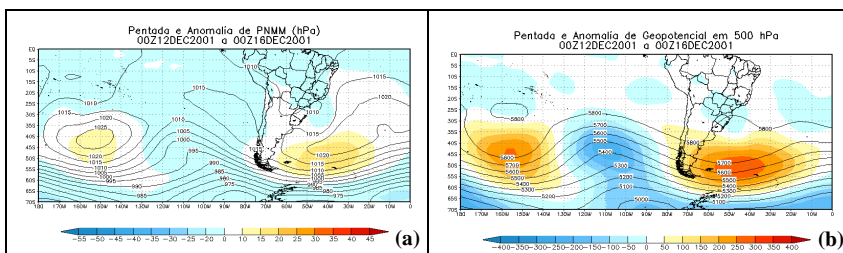


FIGURA 16: Campo médio de pressão e anomalia ao nível médio do mar (a); de geopotencial e anomalia (b), entre os dias 12 e 16/12/2001
Fonte: NCEP/NCAR

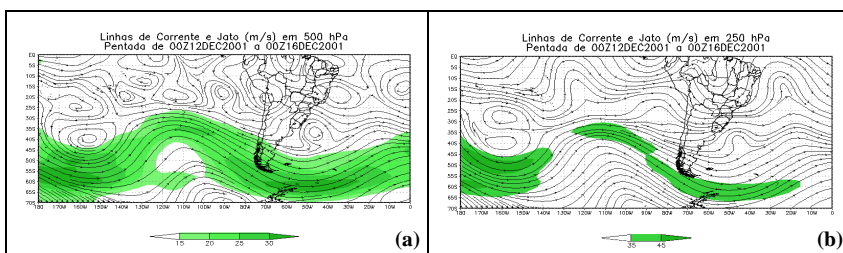


FIGURA 17: Campo médio de vento e Jato ao nível de 500hPa (a) e 250hPa (b) entre os dias 12 e 16/12/2001
Fonte: NCEP/NCAR

6.1.2.4 Evento 4 (E4)

Esse evento de estiagem foi identificado pelo volume de precipitação acumulado no mês, que ficou abaixo da média, ou seja, do esperado para o mês de julho, período em que se estendeu o E4. Portanto novamente é registrado um evento de estiagem em um mês de inverno no Hemisfério Sul.

Dos 31 dias que se estendeu o E4, em 19 foi observada a influência de bloqueios atmosféricos, referentes a três eventos de bloqueio atmosférico, que tiveram duração mínima de cinco dias e máxima de sete dias. As Figuras 18 e 19, mostram um dos eventos de maior duração, foram sete dias entre 03 e 09 de julho de 2002. Nelas é possível identificar uma alta de bloqueio ao oeste da América do Sul entre 120°W e 110°W, da latitude de 55°S para o sul, acompanhada de uma baixa ao norte configurando um bloqueio do tipo dipolo. Esta mesma configuração é observada nos campos de geopotencial em

500hPa, em tons alaranjados e vento em 500 e 250hPa, pelas curvaturas anti-horárias dos fluxos de vento, conforme mostram as Figuras 18 (b) e 19 (a) e (b).

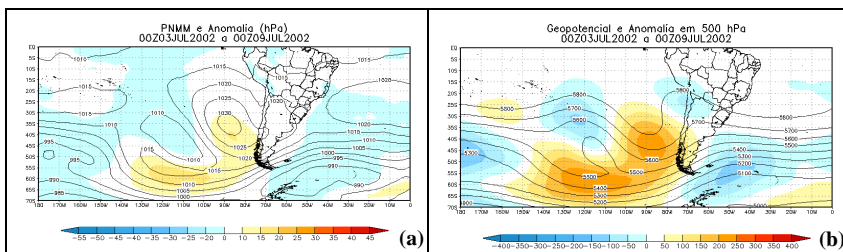


FIGURA18: Campo médio de pressão e anomalia ao nível médio do mar (a); de geopotencial e anomalia (b), entre os dias 03 e 09/07/2002

Fonte:NCEP/NCAR

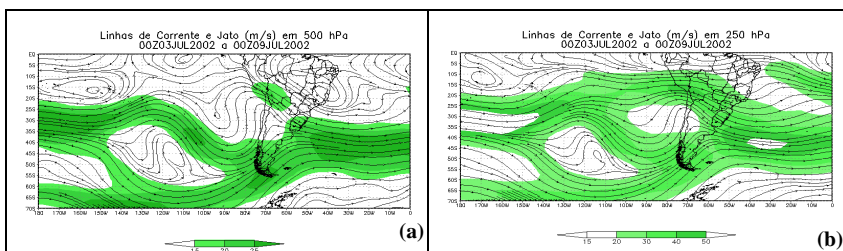


FIGURA 19: Campo médio de vento e Jato ao nível de 500hPa (a) e 250hPa (b) entre os dias 03 e 09/07/2002

Fonte:NCEP/NCAR

6.1.2. 5 Evento 5 (E5)

O quinto evento (E5), foi um dos mais longos encontrados no período analisado, se estendendo de maio a setembro de 2003, perdurando por cinco meses consecutivos, começando no outono e terminando no início da primavera no Hemisfério Sul. Este evento de estiagem apresentou uma característica marcante, pois em todos os meses, foram identificados os dois fatores condicionantes da estiagem, ausência de precipitação por 15 ou mais dias consecutivos e volume de chuva mensal, abaixo de 60% da média (CASTRO, 1996).

No período transcorrido no E5, cinco meses ou 153 dias, foram identificados bloqueios atmosféricos em 122 dias, correspondendo a 80%. No E5 foi identificado o maior número de eventos de bloqueio, foram 17 que perduraram em média entre seis e sete dias com um

máximo de dez dias, caso que é mostrado na Figura 20. Nela é possível observar a alta de bloqueio com centro entre 110 e 90°W de longitude e aproximadamente 45°S de latitude, acompanhada de dois sistemas de baixa pressão, uma a oeste da alta e a outra a leste desta na costa oeste da América do Sul, como é indicado em tom de azul, entre 80°W e 70°W aproximadamente, caracterizando um bloqueio do tipo ômega invertido. No Oceano Atlântico, mais precisamente entre 60°W e 50°W, nota-se uma crista de alta (prolongamento do sistema de alta pressão), em tons de amarelo na Figura 20 (b), que indica anomalia positiva de geopotencial. Esta crista é o sinal de um bloqueio secundário que esteve configurado nessa posição entre os dias 09 e 14/05. O fluxo de ventos em médios e altos níveis da atmosfera, Figura 21 (a) e (b), mostra a mudança na direção dos ventos, na mesma posição onde foram identificadas as anomalias de pressão e geopotencial, que se trata de mais um fator indicativo da atuação de bloqueio atmosférico.

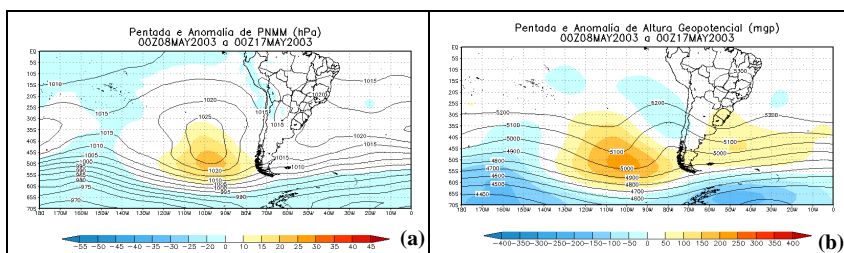


FIGURA 20: Campo médio de pressão e anomalia ao nível médio do mar (a); de geopotencial e anomalia (b), entre os dias 08 e 17/05/2003
Fonte:NCEP/NCAR

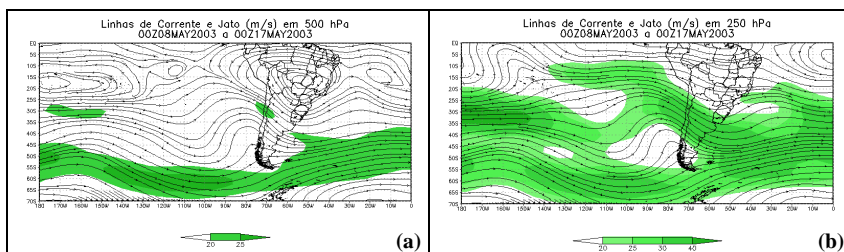


FIGURA 21: Campo médio de vento e Jato ao nível de 500hPa (a) e 250hPa (b) entre os dias 08 e 17/05/2003
Fonte:NCEP/NCAR

6.1.2.6 Evento 6 (E6)

O sexto evento, E6, se estendeu entre os meses de janeiro e abril de 2004, com duração de quatro meses, entre o verão e o outono no Hemisfério Sul.

Assim como no evento anterior, o E6 foi também caracterizado pelos dois fatores condicionantes de estiagem, volumes de chuva mensal abaixo de 60% da média e ausência de precipitação superior a 1,0mm por 15 ou mais dias consecutivos.

O E6 se estendeu por 121 dias, em 75 destes foram identificados bloqueios atmosféricos resultantes de oito eventos de bloqueio, representando 62% do período total.

Dentre os oito eventos de bloqueio, o ocorrido entre 16 e 28/03, apresentou particularidades e, de acordo com Correa (2010), sua configuração foi um dos componentes responsáveis pela formação e/ou intensificação do furacão Catarina, o primeiro ciclone tropical registrado no Atlântico Sul. Este evento foi caracterizado pela configuração de um bloqueio principal no Oceano Pacífico, do tipo ômega e um secundário no Oceano Atlântico, do tipo dipolo.

As Figuras 22 (a) e (b) e Figura 23 (a) e (b) mostram a posição originária dos bloqueios, na pentada entre os dias 16 e 20 de março de 2004, o principal e/ou mais intenso, entre 150°W e 140°W, com centro em torno de 50°S e crista se estendo para sul desta latitude. No Oceano Atlântico o bloqueio secundário é formado por uma alta com a crista posicionada entre 50°W e 30°W de latitude 45°S para o sul. Ao norte deste é possível identificar o sistema de baixa pressão, que completa a configuração, posicionado entre 50°W e 40°W e 25°S e 30°S, entre o Litoral do Sudeste e Sul do Brasil.

Na pentada posterior, Figura 22 (c) e (d) e Figura 23(c) e (d), entre os dias 21 e 25/03, o bloqueio do Pacífico encontra-se deslocado cerca de 15° a 20° para leste, posicionado agora em torno de 130°W com a crista de 55°S para o sul. Já o bloqueio do Atlântico, sofreu uma quebra entre os dias 21 e 22/03, mas voltou a se configurar, sendo indicado por uma crista estendida entre as longitudes 60°W e 40°W e a sua respectiva baixa ao norte locada em 40°W e 30°S.

Por último, na pentada entre os dias 26 e 30/03, Figura 22 (e) e (f) e Figura 23(e) e (f), mais especificamente entre os dias 28 e 29/03, o bloqueio principal no Pacífico se desconfigurou, assim como o secundário no Atlântico, ao mesmo tempo em que o furacão Catarina atingia a costa do Litoral Sul de Santa Catarina e do Litoral Norte do Rio Grande do Sul. Mas nos campos de pressão e geopotencial em

500hPa ainda se observa uma extensa área de anomalias positivas ao sul de 60°S entre as longitudes 180°W e 90°W; assim como no Atlântico a presença da alta pressão, é indicada por anomalias de geopotencial em 500hPa, Figura 22 (e) e (f). Os campos de vento em 500 e 250hPa, Figura 23 (e) e (f), mostram tanto a configuração dos bloqueios, principal e secundário, como também o deslocamento do Catarina, de leste para oeste.

Por se tratar de um evento de estiagem ocorrido no verão, o E6 sofreu também influência da ZCAS, que esteve configurada em 5 eventos, resultando em 31 dias com ZCAS, sendo que destes em 20 foi também observada atuação de bloqueios atmosféricos concomitantemente, restando apenas 11 dias de atuação exclusiva da ZCAS, o que representa 9% do total de dias do E6.

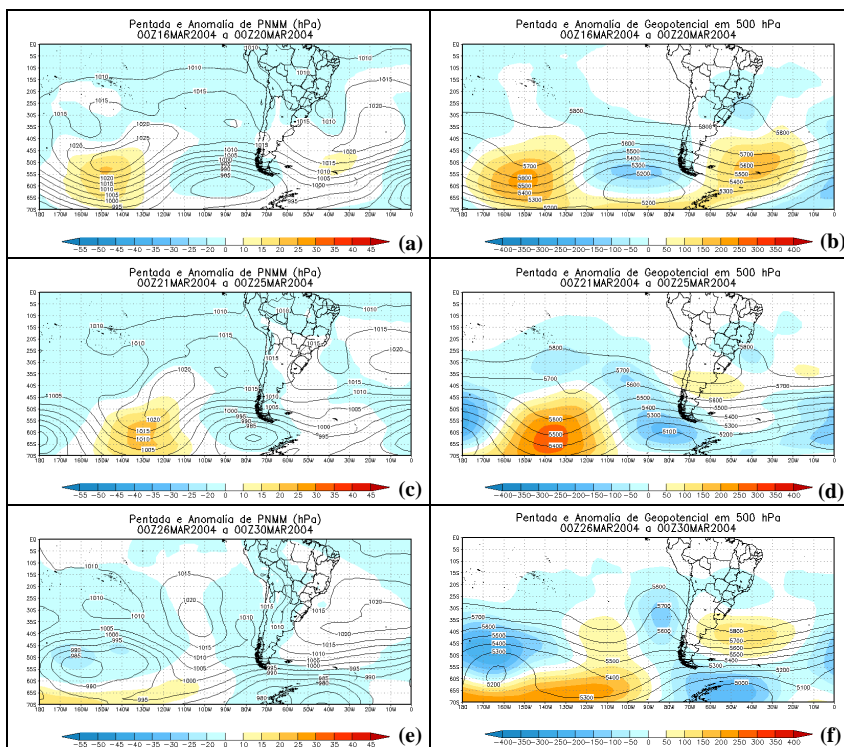


FIGURA 22: Campo médio de pressão ao nível médio do mar e anomalia (a) e de geopotencial e anomalia (b) pentada de 16 a 20/03; (c) e (d) pentada de 21 a 25/03 e (e) e (f) pentada entre os dias 26 e 30/03/2004

Fonte: NCEP/NCAR

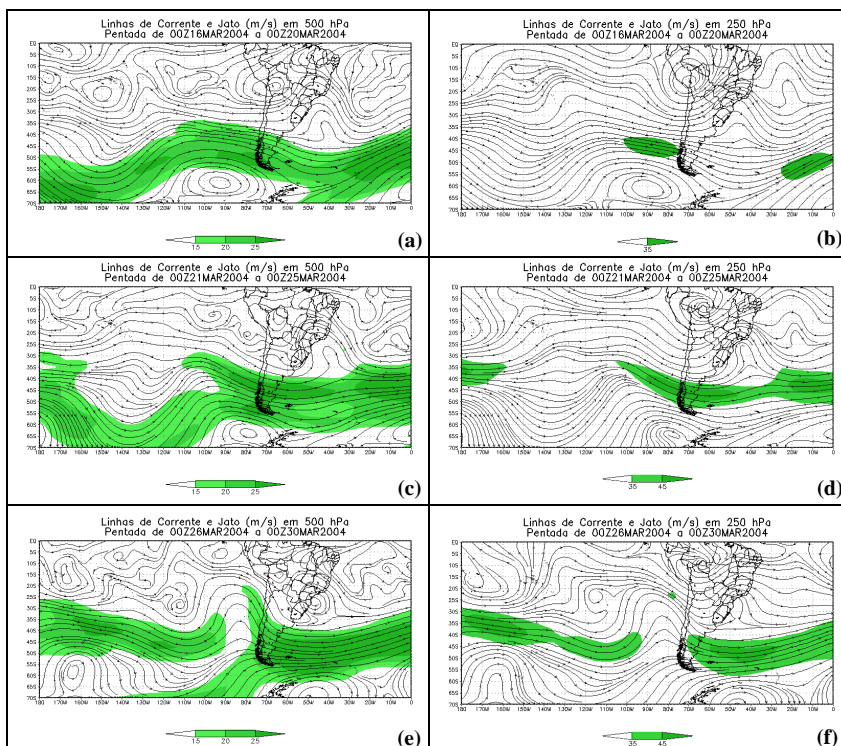


FIGURA 23: Campo médio de vento e Jato ao nível de 500hPa (a) e 250hPa (b) pentada de 16 a 20/03; (c) e (d) pentada de 21 a 25/03 e (e) e (f) pentada entre os dias 26 e 30/03/2004

Fonte: NCEP/NCAR

6.1.2.7 Evento 7 (E7)

O evento E7 começou no mês de junho perdurando até agosto 2004, se estendendo por praticamente todo o inverno no Hemisfério Sul, não sofrendo influência da ZCAS. Esse evento foi precedido por outro período prolongado sem chuva no mesmo ano, o que tende a potencializar ainda mais os efeitos da falta de chuva na Mesorregião Oeste Catarinense, pois o E6 terminou entre o final de abril e os primeiros dias de maio, e em seguida, em junho já retornou a condição de estiagem. O E7, assim como os dois eventos anteriores, também se configurou pela ocorrência dos dois fatores condicionantes de estiagem.

Dentre os 92 dias de duração do E7, em 75 foi observada ocorrência de bloqueios atmosféricos, representando 82% do período

total. Foram 13 eventos de bloqueio que duraram em média entre cinco e seis dias. O mais duradouro manteve-se configurado por 12 dias no Oceano Pacífico e por oito dias no Atlântico. A Figura 24 mostra o evento de bloqueio mais duradouro, o ocorrido entre os dias 15 e 26 de agosto de 2004. Nela é possível observar duas altas no Oceano Pacífico, uma com centro em torno de 140°W e a outra com uma crista estendida entre 100°W e 90°W . Neste, duas altas permaneceram configuradas concomitantemente entre os dias 15 e 20 de agosto, quando a alta localizada entre as longitudes 100°W e 90°W começou perder força à medida que também se deslocava mais para o norte, e ao mesmo tempo em que a alta posicionada mais a oeste (entre 150°W e 140°W) intensificava-se. Os dois bloqueios identificados neste evento apresentaram configuração do tipo ômega invertido como pode ser também observado na Figura 24 (b) pelas anomalias em tons de laranja nas positivas e de azul nas negativas e na Figura 25 (a) e (b), pelo fluxo de ventos com curvaturas anticiclônicas nas redondezas da alta em superfície e ciclônicas, inclusive com uma baixa bem configurada entre 130°W e 120°W , centrada em torno de 45°S , mesma posição identificada no campo de pressão em superfície Figura 24 (a).

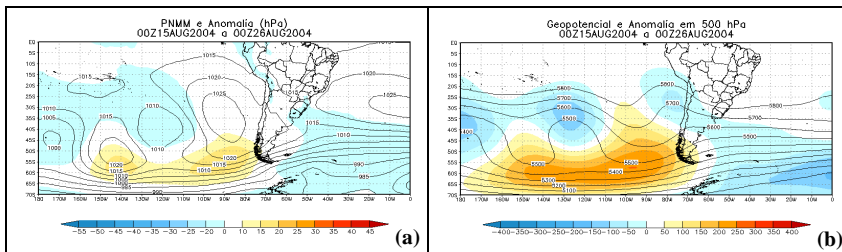


FIGURA 24: Campo médio de pressão e anomalia ao nível médio do mar (a); de geopotencial e anomalia em 500hPa (b), entre os dias 15 e 26/08/2004.

Fonte: NCEP/NCAR

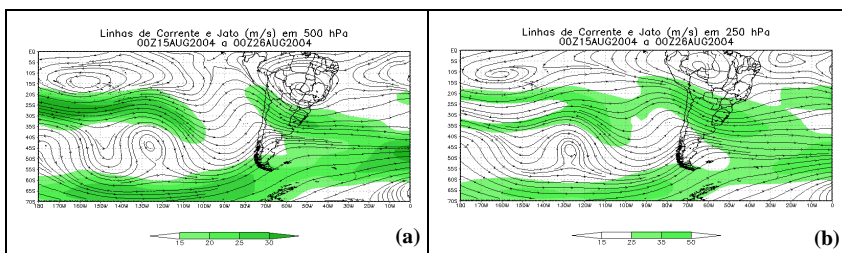


FIGURA 25: Campo médio de vento e Jato ao nível de 500hPa (a) e 250hPa (b) entre os dias 15 a 26/08/2004

Fonte: NCEP/NCAR

6.1.2.8 Evento 8 (E8)

Este evento se estendeu também por cinco meses. Ele teve início no mês de novembro de 2004 e terminou no mês de março de 2005, abrangendo o período de verão no Hemisfério Sul. O E8 foi caracterizado basicamente pela ocorrência de chuva abaixo da média em todos os meses, e apenas entre os meses de janeiro e fevereiro é que se identificou um período maior que 15 dias consecutivos sem chuva. Vale ressaltar novamente, que nessa época do ano os problemas relacionados à falta de chuva são potencializados pelo maior índice de radiação solar e pelas temperaturas mais elevadas.

Essa é a época do ano característica para a ocorrência da ZCAS, que no E8 foi identificada em 6 períodos ou eventos. A influência desta foi constatada em 39 dos 151 dias em que se estendeu o E8. Por outro lado, foram observados 11 eventos de bloqueio, que resultaram em 77 dias de influência nas condições de tempo na região de estudo, o que confere um grau de influência de 51%.

A atuação de ZCAS e bloqueios ao mesmo tempo foi verificada em 21 dias, restando 18 dias de atuação apenas da ZCAS, o que representa 12% do total de dias do E8.

A maioria dos eventos de bloqueio no E8 apresentou duração entre cinco e oito dias, com um caso máximo de nove dias no Pacífico e de 13 dias no Atlântico. A Figura 26 mostra o evento de maior duração dentre todos os identificados no E8, entre os dias 11 e 23 de novembro de 2004, com a alta de bloqueio localizada entre 50°W e 40°W, em torno de 50°S, que pode ser identificada pelos tons de amarelo e laranja (Figura 26 (a)). No campo de geopotencial (Figura 26 (b)) observa-se a crista posicionada um pouco a oeste da superfície, localizada em torno

de 50°W, assim como é observado nos campos de vento em 500 e 250hPa (Figura 27 (a) e (b)). Essa pequena inclinação ainda é satisfatória para a configuração do bloqueio atmosférico.

Mais uma vez, a configuração atmosférica identificada neste evento, impede o avanço de sistemas atmosféricos capazes de provocar chuva no Sul do Brasil, devido ao predomínio de uma grande área de alta pressão associada ao bloqueio na costa sul da América do Sul.

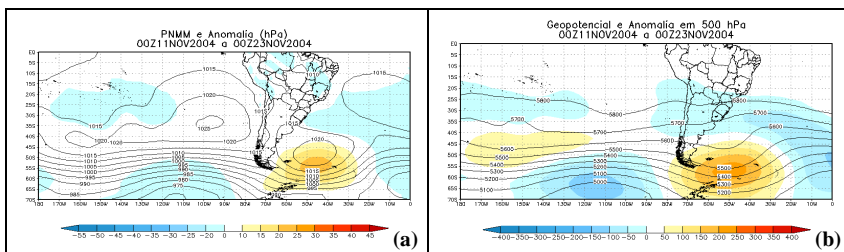


FIGURA 26 : Campo médio de pressão e anomalia ao nível médio do mar (a); de geopotencial e anomalia em 500hPa (b), entre os dias 11 e 23/11/2004.

Fonte:NCEP/NCAR

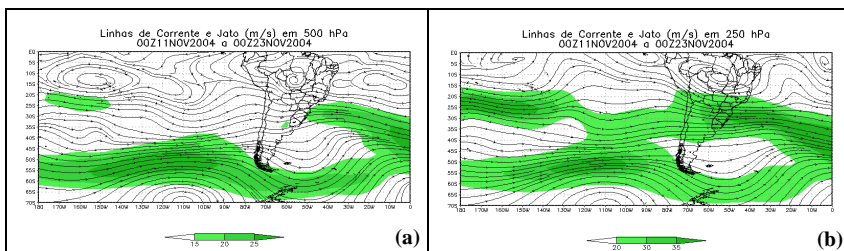


FIGURA 27: Campo médio de vento e Jato ao nível de 500hPa (a) e 250hPa (b) entre os dias 11 a 23/11/2004

Fonte:NCEP/NCAR

6.1.2..9 Evento 9 (E9)

O evento nove, E9, ocorreu entre o final do outono e o inverno no Hemisfério Sul, perdurando entre os meses de maio e agosto de 2005, ou seja, quatro meses ou ainda 123 dias. A estiagem foi identificada por todos os meses terem apresentado períodos de 15 dias ou mais consecutivos sem chuva igual ou superior a 1,0mm.

Este foi mais um caso de estiagem ocorrida nos meses de inverno e por isso não houve influência da ZCAS.

O E9, que se estendeu por 123 dias esteve sob influência de bloqueios em 77 destes, distribuídos em 10 eventos. A maioria dos eventos de bloqueio duraram entre 6 e 7 dias, com um máximo de 16 dias no Oceano Pacífico, que permaneceu configurado entre os dias 27 de julho e 11 de agosto de 2005, como é mostrado na Figura 28. Nela é possível observar uma configuração de bloqueio tipo dipolo com a alta localizada entre 160°W e 150°W , com centro em 50°S e sua baixa localizada ao norte centrada em 35°S e 150°W (Figura 28 (a)). No Atlântico não é possível identificar um bloqueio bem configurado; há apenas sim um “sinal” de anomalia positiva de geopotencial no Sul do Brasil (Figura 28 (b)), na mesma posição em que se identifica uma crista entre 50°W e 40°W , provavelmente por influência do bloqueio locado no Oceano Pacífico.

O evento 9 apresentou um comportamento distinto, pois ao mesmo tempo em que a maioria dos bloqueios foi identificada no Oceano Pacífico, no Atlântico ocorreram perturbações compatíveis com possíveis bloqueios, mas que se mantiveram configuradas por apenas três dias e, portanto, não durando o período mínimo de cinco dias, para poderem ser considerados como tais.

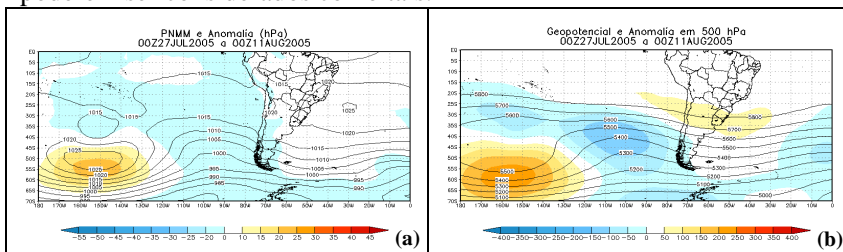


FIGURA 28: Campo médio de pressão e anomalia ao nível médio do mar (a); de geopotencial e anomalia em 500hPa (b), entre os dias 27/07 e 11/08/2005

Fonte:NCEP/NCAR

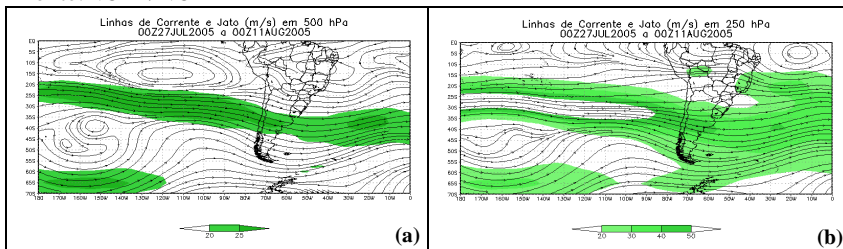


FIGURA 29: Campo médio de vento e Jato ao nível de 500hPa (a) e 250hPa (b), entre os dias 27/07 e 11/08/2005

Fonte:NCEP/NCAR

6.1.2.10 Evento 10 (E10)

O décimo evento de estiagem ocorreu entre novembro de 2005 e fevereiro de 2006, totalizando quatro meses de chuvas irregulares na Mesorregião Oeste Catarinense. Este evento, ocorrido nos meses de verão no Hemisfério Sul, também foi caracterizado por apresentar volume de precipitação acumulada por mês abaixo de 60% da média, ou seja, do esperado para os meses.

Durante o E10, foram identificados oito eventos de bloqueio, que duraram em média seis dias, com máximo de nove dias de duração. Em três dos oito eventos, houve formação de bloqueios duplos com altas no Pacífico e Atlântico ao mesmo tempo. Foram 53 dias que estiveram sob influência de bloqueios, de um total de 120 dias que perdurou o E10, representando 44%, a segunda menor influência identificada. Em contrapartida, o E10 teve a segunda maior influência da ZCAS, dentre os demais eventos de estiagem. Foram 37 dias com influência da ZCAS, divididos em 6 eventos e/ou episódios desta. Destes 37 dias, em 27 houve atuação da ZCAS e de bloqueios concomitantemente, restando 23 de atuação apenas da ZCAS, o que representa 23% do total do período.

Um dos eventos de bloqueio de maior duração é mostrado na Figura 30. Nela observa-se uma alta de bloqueio no Pacífico Oeste, entre 170°W e 160°W e outra em torno de 50°W no Oceano Atlântico, bem próxima da costa sul da América do Sul. O sistema relevante para este estudo é o posicionado no Oceano Atlântico, pela proximidade da região de interesse, e por isso será descrito apenas este sistema, que esteve configurado entre os dias 04 e 12 de fevereiro de 2006. A alta de bloqueio, posicionada em torno de 50°W de longitude, como pode ser observado em tons de amarelo na Figura 30 (a), apresenta-se acompanhada por um sistema de baixa pressão no seu flanco equatorial, configurando um bloqueio do tipo dipolo. Essa mesma configuração é identificada no campo de geopotencial Figura 30 (b), um pouco inclinado para oeste, ficando posicionado entre 60°W e 50°W, assim como também é identificado nos campos de vento em 500hPa e 250hPa, Figura 31 (a) e (b), respectivamente, onde observa-se a transição do fluxo de ventos e também as curvaturas anticiclônica, na região da alta entre 60°W e 50°W e ciclônica mais ao norte, na posição da baixa, entre 50°W e 40°W.

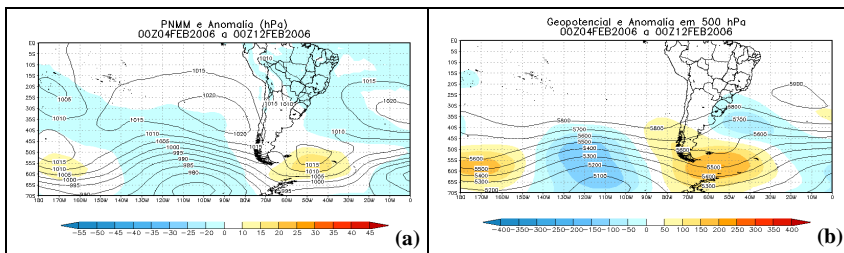


FIGURA 30: Campo médio de pressão e anomalia ao nível médio do mar (a); de geopotencial e anomalia em 500hPa (b), entre os dias 04/02 e 12/02/2006

Fonte:NCEP/NCAR

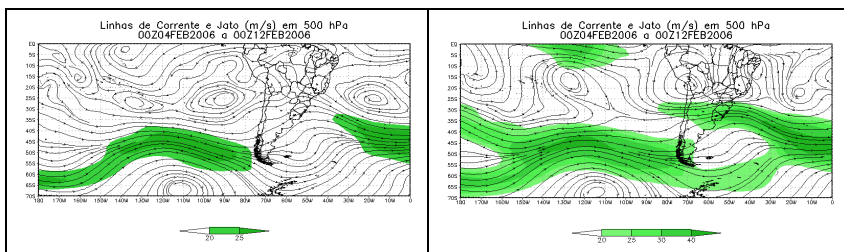


FIGURA 31: Campo médio de vento e Jato ao nível de 500hPa (a) e 250hPa (b), entre os dias 04/02 e 12/02/2006

Fonte:NCEP/NCAR

6.1.2.11 Evento 11 (E11)

O evento 11 foi caracterizado por apresentar chuva abaixo de 60% da média nos meses de maio, junho e julho de 2006 além de permanecer por mais de quinze dias consecutivos sem chuva no mês de maio. Portanto o E11 se estendeu desde o final do outono até boa parte do inverno no Hemisfério Sul e foi precedido, por um evento longo (E10), com um intervalo de apenas dois meses, o que tende a agravar ainda mais as consequências da falta de chuva na região de interesse.

Dos 92 dias de duração do E11, em 75 dias foi identificada ocorrência de bloqueios, correspondendo a 75% do período total. Foram oito eventos de bloqueio, que em média duraram entre 6 e 8 dias, com um máximo de 15 dias, em uma configuração de bloqueio duplo, identificado entre os dias 20/05 e 03/06/2006. Este evento de bloqueio é mostrado na Figura 32. Neste caso o primeiro sinal de bloqueio foi identificado no Oceano Pacífico em torno de 170°W, no dia 20/05, três dias depois, em 23/05, configurou-se outra alta de bloqueio entre 60°W

e 40°W. A alta do Pacífico ficou configurada até o dia 27/05, quando começou a se deslocar para leste a medida que perdia intensidade. Ao mesmo tempo a alta posicionada no Atlântico intensificava-se um pouco e permanecia praticamente na mesma posição, mantendo a configuração de bloqueio até o dia 03/06. Avaliando a Figura 32 (b), o campo de geopotencial, observa-se melhor a configuração do bloqueio tipo dipolo com anomalias positivas indicadas pelos tons de amarelo e laranja, em torno de 50° a 40°W e negativas, ao norte destas, em tons de azul. Nos campos de vento em 500hPa e 250hPa, Figura 33 (a) e (b), completa-se a análise com a identificação da transição do fluxo de ventos e pelas curvaturas destes. Nesta figura as curvaturas estão um pouco defasadas, mas isso é consequência de se utilizar um campo médio, que foi confeccionado com três dias que antecederam a formação total do bloqueio.

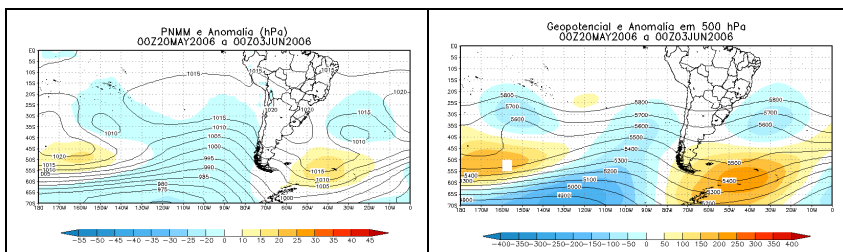


FIGURA 32: Campo médio de pressão e anomalia ao nível médio do mar (a); de geopotencial e anomalia em 500hPa (b), entre os dias 20/05 e 03/06/2006

Fonte:NCEP/NCAR

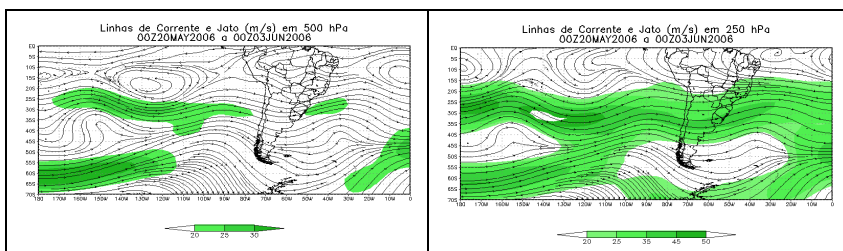


FIGURA 33: Campo médio de vento e Jato ao nível de 500hPa (a) e 250hPa (b), entre os dias 20/05 e 03/06/2006

Fonte:NCEP/NCAR

6.1.2.12 Evento 12 (E12)

O décimo segundo e último evento analisado, foi identificado entre os meses de outubro e dezembro de 2006, entre o final da primavera e o início do verão, do Hemisfério Sul. O período apresentou comportamentos distintos entre os meses, quanto à caracterização do evento de estiagem, pois o mês de outubro apresentou chuva abaixo da média, enquanto que novembro e dezembro apresentaram mais de 15 dias consecutivos sem chuva.

Este último evento analisado, o E12, apresentou o menor número de dias sob a influência de bloqueios. Foram 28 dias de um total de 92 dias registrados no evento. Foram quatro eventos de bloqueio que duraram entre cinco e oitos dias com um máximo de dez dias, como é o caso do evento mostrado na Figura 34. O E12, assim como o E10, apresentou influência de bloqueios menor que 50%, e também influência relevante da ZCAS (tabela 4). Foram 30% do total de dias com bloqueios e 29% sob influência da ZCAS apenas. A Figura 34 mostra o evento de bloqueio mais longo, ocorrido entre os dias 20 e 29/12/2006. Foi um caso de bloqueio duplo, em que as altas persistiram por intervalos de tempo distintos, pois o evento começou com a instalação da alta de bloqueio no Oceano Pacífico, entre 160°W e 150°W, no dia 20/12; esta perdurou até o final do evento no dia 29/12. O bloqueio identificado no Atlântico apresentou sinal menos intenso e permaneceu configurado entre os dias 23 e 29/12, em torno de 30°W a 20°W entre 50°S e 60°S. O campo médio do evento indica ambos os bloqueios com configuração do tipo ômega invertido, como é observado, principalmente nos campos de vento em 500hPa e 250hPa (Figura 35 (a) e (b)), onde é possível identificar inclusive a alta pressão fechada entre 160°W e 150°W e de 45°S a 50°S. No Atlântico o sistema não se mostra fechado, mas com uma crista estendida de 55°S para o sul, entre 30°W e 20°W.

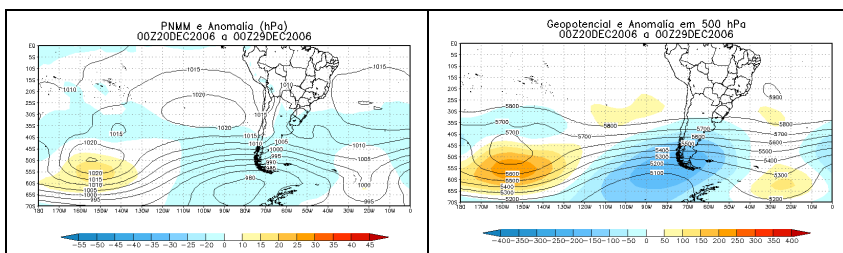


FIGURA 34: Campo médio de pressão e anomalia ao nível médio do mar (a); de geopotencial e anomalia em 500hPa (b), entre os dias 20 e 29/12/2006
Fonte:NCEP/NCAR

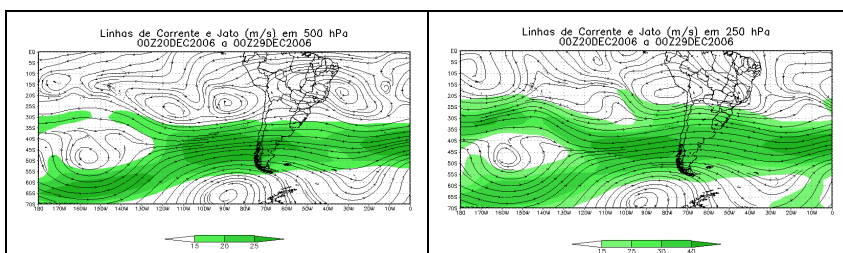


FIGURA 35: Campo médio de vento e Jato ao nível de 500hPa (a) e 250hPa (b), entre os dias 20 e 29/12/2006
Fonte:NCEP/NCAR

Após essa primeira análise, observa-se que o fenômeno La Niña, não apresentou influência significativa ou determinante, no regime de chuva na Mesorregião Oeste Catarinense. Neste estudo, na maioria dos casos, o Pacífico equatorial apresentou condição de neutralidade, em intervalos de fases quentes ou de episódios de El Niño, sendo que este último tende a propiciar precipitação acima da média na região (MINUZZI, no prelo).

Com relação à interferência da ZCAS, esta fica restrita ao final da primavera e a estação do verão, e por isso sua influência foi identificada em sete dos doze eventos e na maioria dos casos ela atuou concomitantemente a bloqueios atmosféricos. Dois eventos de estiagem o E10 e E12, apresentaram resultados mais relevantes da atuação da ZCAS, sendo que no E12 o nível de influência indicado pela porcentagem de dias sob sua atuação (29%) se aproximou da porcentagem de dias com influência de bloqueios (30%).

Estes eventos (E10 e E12) foram os dois casos de menor relevância nos resultados encontrados para os bloqueios atmosféricos,

por apresentarem 44% e 30%, respectivamente, do total dos dias sob sua influência, como pode ser observado na tabela 4. Mas mesmo assim, os resultados preliminares, deste estudo de caso, indicam que a influência dos bloqueios atmosféricos foi mais relevante na escassez de chuva na Mesoregião Oeste Catarinense, uma vez que, foram identificados em todos os eventos de estiagem analisados, e na maioria dos casos (10 dos 12 eventos) com um nível de influência acima de 50%.

Fuentes (1997) e Mendes et al (2005), destacam que bloqueios atmosféricos têm sido foco de importantes estudos por sua influência atingir não só áreas nos arredores do anticiclone de bloqueio como também em locais distantes dos mesmos. Diante do exposto, torna-se necessária uma análise com relação às regiões preferências de formação e atuação, do número de ocorrências e sazonalidade dos bloqueios, para incrementar as informações, acerca de suas interferências no regime de chuva Mesoregião Oeste Catarinense, de forma que estes resultados possam servir de ferramentas a mais para a previsão do tempo, e por consequência também para a programação de ações dos tomadores de decisão, como por exemplo, na escolha de períodos de plantio e/ou colheita, de determinadas culturas.

6.1.3 Distribuição longitudinal dos bloqueios atmosféricos ocorridos em eventos de estiagem na Mesoregião Oeste de Santa Catarina

Com o intuito de identificar as regiões de maior ocorrência de bloqueios neste estudo de caso, foi aplicada a ferramenta estatística de distribuição de frequência, à relação de ocorrência de bloqueios, que indicou maior número de bloqueios no Oceano Pacífico, com 74 bloqueios identificados ao passo que no Atlântico foram 47. Foram também os bloqueios identificados no Pacífico que apresentaram na maioria dos casos, maior duração, e na maior parte dos casos de bloqueios duplos foram este que se configuraram primeiro para posteriormente serem identificados os bloqueios no Atlântico. Com relação à posição geográfica, observa-se na Figura 36, um pico máximo de ocorrência entre 50° e 40°W, com 19 altas identificadas, seguido de dois picos secundários, um nas suas redondezas entre 60°W e 50°W, e o outro entre 160°W e 150°W. Este resultado pode ser explicado pela ocorrência de eventos de bloqueios duplos, com altas posicionadas no Pacífico ao mesmo tempo em que outra alta se configurava no Oceano Atlântico e vice-versa.

Nota-se que o maior número de bloqueios ocorreu no Oceano Pacífico, resultado consistente com Mendes (2005), que indica a região entre 180 e 120°W como a de maior concentração e outra região relevante entre 120°W e 80°W. Casarin (1983) identificou uma região preferencial a leste da Austrália, com uma região de máxima ocorrência, entre 175°W e 125°W, outra entre as longitudes 125°W e 100°W. Além dessas regiões o autor ainda salienta a ocorrência de bloqueios sobre a América do Sul e na sua costa leste. Sinclair (1996) e Marques (1996), estudando as altas anômalas no HS, encontraram um máximo de ocorrência no Oceano Pacífico Sul a leste da Nova Zelândia e máximos secundários a leste da América do Sul. Fuentes (1997) que avaliou a região entre 130°W e o Meridiano de Greenwich, também obteve o maior número de casos no Oceano Pacífico entre as longitudes 120°W e 110°W. A autora em seu estudo cita resultados encontrados por Van Loon em 1956, o pioneiro em estudos climatológicos das altas de bloqueio no Hemisfério Sul, que também são compatíveis com os encontrados neste estudo. Van Loon (apud FUENTES,1997) indica três regiões de preferência para os bloqueios: sudoeste do Oceano Pacífico, ou seja, leste da Austrália (160°W a 150°W); sudoeste do Oceano Atlântico (85°W a 45°W) e sudoeste do Oceano Índico (15°E a 55°E), e ainda ressalta que devido a indisponibilidade de dados, a área entre 150°W e 85°W, não foi analisada.

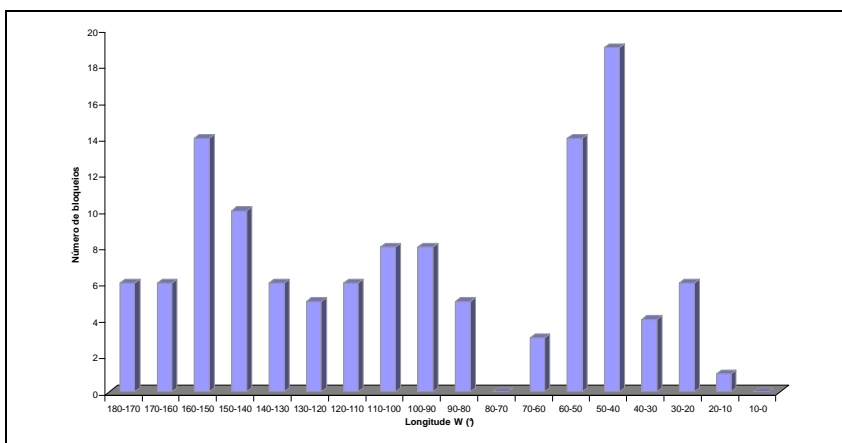


FIGURA 36: Distribuição de frequência de bloqueios, de acordo com a posição longitudinal

Elaborado por Francine Gomes Sacco.

6.1.4 Comportamento sazonal dos bloqueios atmosféricos

Por se tratar de um estudo de caso, em que se partiu da falta de chuva em uma determinada região, a Mesoregião Oeste catarinense, à procura de seus possíveis causadores, o número de meses de cada estação do ano não é o mesmo e, por isso os resultados obtidos podem não ser compatíveis com os encontrados em estudos mais detalhados e com períodos mais longos. De qualquer forma trata-se de resultados importantes para indicar preferências de posicionamento de bloqueios em determinados períodos do ano e por isso serão apresentados a seguir.

A Figura 37 mostra o número de bloqueios identificados (colunas) e o número de meses correspondentes a cada estação do ano (linha). As estações do ano foram divididas seguindo a seguinte sequência:

- Primavera relaciona os meses de setembro, outubro e novembro;
- Verão foram utilizados os meses mais quentes dezembro, janeiro e fevereiro;
- Outono foi formado pelos meses de março, abril e maio;
- Inverno relaciona os meses frios, junho, julho e agosto.

Na Figura 37, é possível observar que o número de meses de inverno (14 meses) assim como o número de bloqueios (49 casos) é superior aos demais; seguido do verão (12 meses) e 37 casos de bloqueios. Os resultados do outono e da primavera foram bastante semelhantes, uma vez que, o primeiro foi composto por sete meses e apresentou 15 casos de bloqueios, enquanto que na primavera obteve-se 17 casos de bloqueio em seis meses.

Para avaliar o comportamento dos bloqueios de acordo com as estações do ano, foi aplicada a mesma ferramenta estatística, a distribuição de frequência, de forma a identificar as posições preferenciais de atuação destes sistemas em cada período do ano.

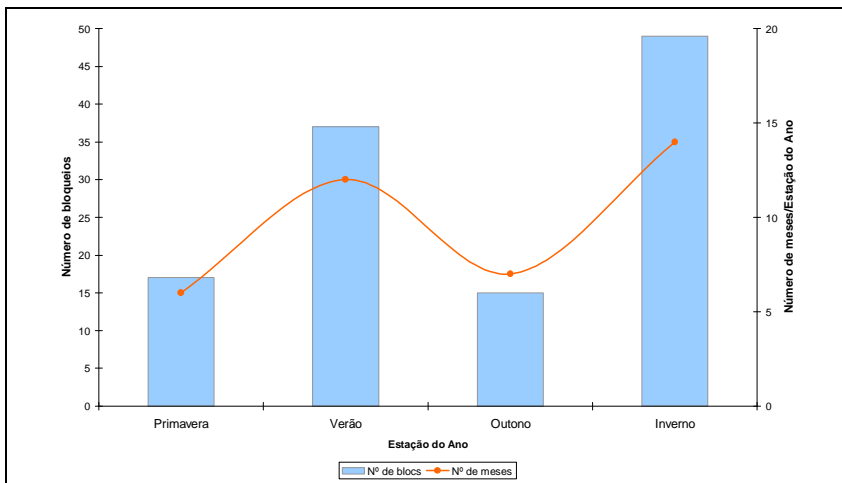


FIGURA 37: Distribuição de freqüência dos bloqueios, com relação à Estação do ano

Elaborado por Francine Gomes Sacco

6.1.4.1 Primavera

Dos dezoito intervalos em que foi dividida a região de análise (entre 0 e 180°W) em dez houve ocorrência de bloqueios, restando oito em que não foi identificado nenhum caso.

A distribuição dos bloqueios identificados nos meses de primavera indica um número maior de bloqueios no Pacífico (11 casos), e dois picos no Atlântico, com três casos cada um, entre 60°W e 40°W, como pode ser observado na Figura 38.

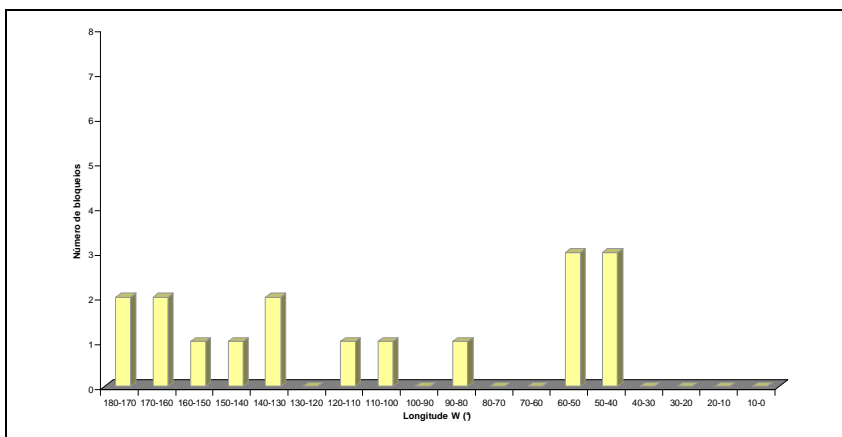


FIGURA 38: Distribuição longitudinal dos bloqueios identificados nos meses de Primavera no Hemisfério Sul, em 12 eventos de estiagem ocorridos na Mesoregião Oeste catarinense entre 2001 e 2006

Elaborado por Francine Gomes Sacco

6.1.4.2 Verão

No verão, ao contrário das demais estações do ano, foi identificado maior número de casos no Oceano Atlântico, 20 dos 37 obtidos, sobretudo entre 60°W e 40°W que concentrou 13 casos, como é mostrado na Figura 39. Nessa estação fica claro que houve preferência de instalação de bloqueios nesta região.

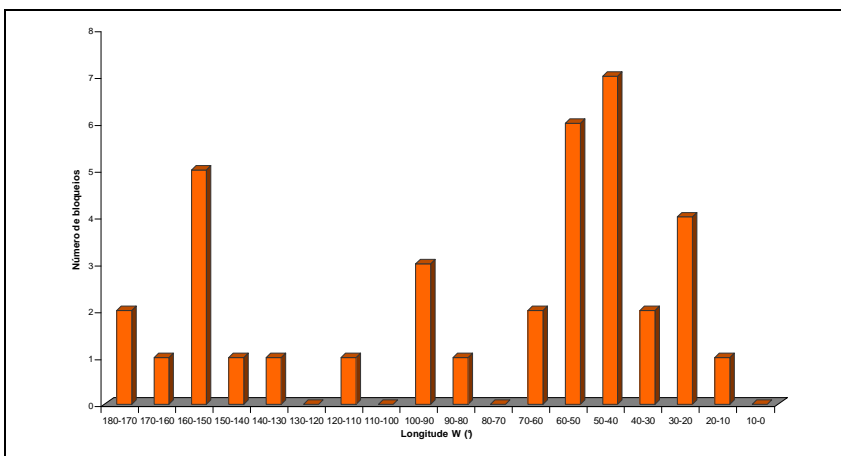


FIGURA 39: Distribuição longitudinal dos bloqueios identificados nos meses referentes ao Verão no Hemisfério Sul, em 12 eventos de estiagem ocorridos na Mesoregião Oeste catarinense entre 2001 e 2006

Elaborado por Francine Gomes Sacco

6.1.4.3 Outono

No outono, assim como na primavera, não foi possível identificar uma posição de maior ocorrência. O que chama a atenção nesta estação do ano é que em apenas setes dos dezoito intervalos, em que foi dividida a região de análise, apresentou ocorrência de bloqueios, o que é mostrado na Figura 40, e mesmo assim estas oscilaram entre uma e três apenas.

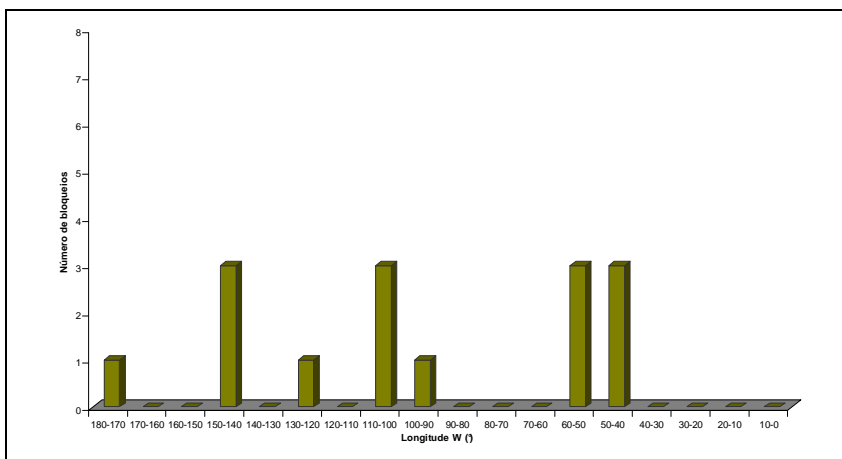


FIGURA 40: Distribuição longitudinal dos bloqueios identificados nos meses do Outono no Hemisfério Sul, em 12 eventos de estiagem ocorridos na Mesoregião Oeste catarinense entre 2001 e 2006

Elaborado por Francine Gomes Sacco.

6.1.4.4 Inverno

O inverno, assim como descrito anteriormente, foi a estação do ano que apresentou maior ocorrência de bloqueios. Essa condição torna-se ainda mais crítica, uma vez que, nessa época do ano a precipitação em Santa Catarina é dependente da influência imposta por Sistemas Frontais (MONTEIRO, 2001), que sofrem interferência significativa em suas trajetórias em situação de bloqueios atmosféricos.

Com relação à posição, observa-se na Figura 41, um pico máximo de ocorrência entre 160° e 150° W (oito casos), seguido de dois picos secundários entre 150° W e 140° W e entre 50° W e 40° W (cinco casos em cada um). Nesta estação do ano, o maior número de bloqueios foi identificado no Oceano Pacífico, que em alguns casos ocorreram associados a bloqueios secundários no Atlântico. Neste caso foi, portanto, o Oceano Pacífico a região preferência para a configuração de bloqueios nesta época do ano.

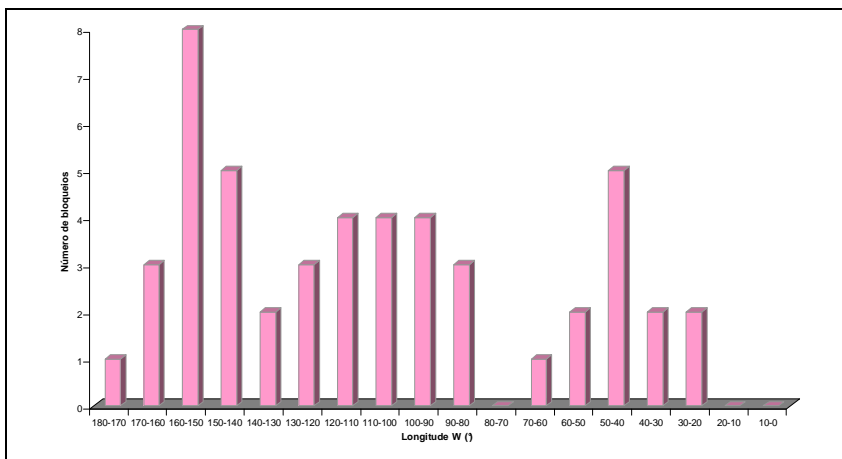


FIGURA 41: Distribuição longitudinal dos bloqueios identificados nos meses de Inverno no Hemisfério Sul, em 12 eventos de estiagem ocorridos na Mesoregião Oeste catarinense entre 2001 e 2006

Fonte: Elaborado por Francine Gomes Sacco

CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi identificar sistemas e/ou fenômenos atmosféricos que favoreceram a ocorrência de estiagem na Mesorregião Oeste Catarinense, bem como os possíveis padrões nos diferentes eventos. Para tanto foram analisados dados referentes à ocorrência do fenômeno El Niño e La Niña, a ocorrência da ZCAS posicionada entre o Sudeste e o Norte do Brasil e configurações de bloqueios atmosféricos.

Após todas estas análises, observou-se a influência da ZCAS, porém com atuação limitada, pois, caracteristicamente, ela ocorre apenas no período compreendido entre os meses de outubro e março, e neste estudo de caso seis dos doze eventos de estiagem ocorreram em meses de inverno e, portanto não sofreram interferência da mesma. Com relação a ZCAS, foi identificada maior influência isolada em dois eventos de estiagem, mas mesmo assim que não ultrapassaram a porcentagem de dias que estiveram sob influência de bloqueios.

Com relação ao El Niño e La Niña, constatou-se que a maioria dos eventos de estiagem ocorreu em fase de neutralidade (oito eventos) e apenas quatro em situação de anomalias na TSM do Pacífico Equatorial, mais precisamente anomalias positivas, com El Niños fracos, que tenderiam a modular o tempo de forma a ocorrer chuva acima da média ao invés de abaixo desta.

Já com relação aos bloqueios atmosféricos, observou-se influência bastante significativa, uma vez que, foram identificados em todos os eventos de estiagem independente da estação do ano e, na maioria dos casos, com porcentagem de dias acima de 50% do período total, com exceção de dois eventos que apresentaram porcentagens de 30% e 44%. O maior número de meses assim como o de casos de bloqueio foi encontrado no inverno, seguido do verão. Constatou-se também um comportamento inverso entre os meses de verão e inverno, com bloqueios ocorrendo em maior quantidade no Oceano Pacífico nos meses de inverno ao passo que isso foi identificado no Oceano Atlântico nos meses de verão. Nas estações de transição, ou seja, no outono e primavera, não foi possível identificar regiões preferências de instalação de bloqueios.

Um caso de grande relevância a ser ressaltado, foi o do furacão Catarina, ocorrido dentro do período analisado. Neste evento foi possível analisar e descrever a configuração atmosférica que antecedeu a ocorrência do fenômeno, favorecendo a sua formação, tema que foi objeto de estudo de outros pesquisadores, como Correa (2010).

Mesmo que este trabalho consista de um estudo de caso, os resultados indicam a significativa importância da interferência dos bloqueios atmosféricos nas condições de tempo para a Mesorregião Oeste Catarinense.

Enfim, partiu-se da hipótese de que perturbações nas configurações atmosféricas, compatíveis com as provocadas por bloqueios atmosféricos, poderiam ser as responsáveis pela escassez de chuva na região estudada, e conclui-se, nesse estudo de caso, que as estiagens ocorridas sucessivamente entre os anos de 2001 e 2006, tiveram grande influência de bloqueios atmosféricos.

A maior contribuição deste trabalho consiste em ressaltar a existência e as reais influências das configurações atmosféricas, associadas a bloqueios, no regime de chuva na Mesorregião Oeste Catarinense, além de indicar essa mesma possibilidade de interferência para as demais regiões do estado de Santa Catarina.

Sugestões para próximos estudos

Como este trabalho trata-se de uma dissertação de mestrado, cujo tempo é limitado e relativamente curto, indica-se para estudos futuros:

- Análise mais ampla da atuação de bloqueios atmosféricos que utilize períodos mais longos, de forma a privilegiar períodos com e sem a ocorrência de estiagens, o que tornaria ainda mais claro o nível de influência destes;
- Avaliar a possibilidade de ocorrência de bloqueios de menor duração (em torno de três dias), em especial no Oceano Atlântico;
- Seria importante, também, avaliar ocorrências do outro extremo, ou seja, de enchentes causadas por chuva persistentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBRECHT, R. I.; SILVA DIAS, M. A. F. **Características microfísicas da precipitação convectiva e estratiforme associadas a oscilação de larga-escala no sudeste da Amazônia.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 13., 2004, Fortaleza- CE. CD-ROM.

AMS – American Meteorological Society. **Glossary of meteorology.** Disponível em: <<http://amsglossary.allenpress.com/glossary/>> Acesso em: 6 maio de 2008.

AYOADE, J.O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos.** 3ª edição, Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil S.A., 1991. p 261-282.

BALDO, M. C. et al. **Análise de precipitação pluvial do Estado de Santa Catarina associada com a anomalia da temperatura da superfície do oceano Pacífico.** Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.8, n.2, p.283-293, 2000.

BAVARESCO, P. R. **Ciclos econômicos regionais: modernização e empobrecimento no extremo oeste catarinense.** Chapecó: Argos, 2005.

BLAIN, G. C. E BRUNINI, O. **Quantificação da seca agrícola pelo índice padronizado de evapotranspiração real (IPER) no estado de São Paulo** – disponível em <http://www.scielo.br>. Acessado em 14 de maio de 2008.

BYUN H-R. , WILHITE D. A. **Objective Quantification of Drought Severity and Duration - Journal of Climate** - Article: pp. 2747–2756 V. 12, Issue 9 (September 1999), disponível em: <http://ams.allenpress.com>. Acessado em 14 de maio de 2008.

CAMPOS, J. N. B. **Vulnerabilidades Hidrológicas do Semi-Árido Às Secas.** PLANEJAMENTO E POLÍTICAS PÚBLICAS. BRASÍLIA: INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA, v.2, n.16, p.261 - 297, 1997.

CASARIN, D.P. **Um estudo observacional sobre os sistemas de bloqueios no Hemisfério Sul**. Dissertação de Mestrado. São José dos Campos, INPE-2638-TDL/114, 1983.

CASTRO, A. L. C. Manual de desastres, **DESASTRES NATURAIS**, Volume 1, – Ministério do Planejamento e Orçamento – Secretaria Especial de Políticas Regionais – Departamento de Defesa Civil, 1996.

CEPA – **Santa Catarina**. Home page Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola - Epagri/Cepa– disponível em <http://cepa.epagri.sc.gov.br/> acessado em 10/04/2008.

CIASC – CENTRO DE INFORMÁTICA E AUTIMAÇÃO DO ESTADO DE SANTA CATARINA. **Mapa interativo de Santa Catarina**. Disponível em <http://www.mapainterativo.ciasc.gov.br/>. Acessado em 15 de dezembro de 2008.

CLIMANÁLISE. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v.16, n.07, 2001a. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf01/jul01.pdf>; Acessado em: 10 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 16, n. 08, 2001b. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf01/ago01.pdf>; Acessado em: 10 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 16, n. 09, 2001c. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf01/set01.pdf>; Acessado em: 10 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 16, n. 10, 2001d. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf01/out01.pdf>; Acessado em: 10 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 16, n. 11, 2001e. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf01/nov01.pdf>; Acessado em: 10 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 16, n. 09, 2001f. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf01/dez01.pdf>; Acessado em: 10 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 17, n. 01, 2002a. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf02/jan02.pdf>; Acessado em: 15 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 17, n. 02, 2002b. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf02/fev02.pdf>; Acessado em: 15 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 17, n. 03, 2002c. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf02/mar02.pdf>; Acessado em: 15 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 17, n. 04, 2002d. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf02/abr02.pdf>; Acessado em: 15 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 17, n. 07, 2002e. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf02/jul02.pdf>; Acessado em: 15 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 17, n. 08, 2002f. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf02/ago02.pdf>; Acessado em: 15 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 18, n. 05, 2003a. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf03/mai03.pdf>; Acessado em: 17 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 18, n. 06, 2003b. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf03/jun03.pdf>; Acessado em: 17 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 18, n. 07, 2003c. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf03/jul03.pdf>; Acessado em: 17 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 18, n. 08, 2003d. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf03/ago03.pdf>; Acessado em: 17 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 18, n. 09, 2003e. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf03/set03.pdf>; Acessado em: 17 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 19, n. 01, 2004a. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf04/jan04.pdf>; Acessado em: 20 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 19, n. 02, 2004b. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf04/fev04.pdf>; Acessado em: 20 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 19, n. 03, 2004c. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf04/mar04.pdf>; Acessado em: 20 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 19, n. 04, 2004d. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf04/abr04.pdf>; Acessado em: 20 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 19, n. 05, 2004e. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf04/mai04.pdf>; Acessado em:20 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 19, n. 06, 2004f. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf04/jun04.pdf>; Acessado em:20 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 19, n. 07, 2004g. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf04/jul04.pdf>; Acessado em:20 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 19, n. 08, 2004h. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf04/ago04.pdf>; Acessado em:20 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 19, n. 10, 2004i. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf04/out04.pdf>; Acessado em:20 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 19, n. 11, 2004j. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf04/nov04.pdf>; Acessado em:20 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 19, n. 12, 2004k. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf04/dez04.pdf>; Acessado em:20 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 20, n. 01, 2005a. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf05/jan05.pdf>; Acessado em:21 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 20, n. 02, 2005b. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf05/fev05.pdf>; Acessado em: 21 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 20, n. 03, 2005c. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf05/mar05.pdf>; Acessado em: 21 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 20, n. 04, 2005d. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf05/abr05.pdf>; Acessado em: 21 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 20, n. 05, 2005e. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf05/mai05.pdf>; Acessado em: 21 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 20, n. 06, 2005f. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf05/jun05.pdf>; Acessado em: 21 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 20, n. 07, 2005g. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf05/jul05.pdf>; Acessado em: 21 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 20, n. 08, 2005h. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf05/ago05.pdf>; Acessado em: 21 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 20, n. 10, 2005i. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf05/out05.pdf>; Acessado em: 21 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 20, n. 11, 2005j. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf05/nov05.pdf>; Acessado em: 21 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 20, n. 12, 2005k. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf05/dez05.pdf>; Acessado em: 21 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 21, n. 01, 2006a. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf06/jan06.pdf>; Acessado em: 21 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 21, n. 02, 2006b. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf06/fev06.pdf>; Acessado em: 21 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 21, n. 03, 2006c. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf06/mar06.pdf>; Acessado em: 21 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 21, n. 05, 2006d. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf06/mai06.pdf>; Acessado em: 21 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 21, n. 06, 2006e. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf06/jun06.pdf>; Acessado em: 21 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 21, n. 07, 2006f. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf06/jul06.pdf>; Acessado em: 21 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 21, n. 08, 2006g. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf06/ago06.pdf>; Acessado em: 21 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 21, n. 09, 2006h. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf06/set06.pdf>; Acessado em: 21 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 21, n. 10, 2006i. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf06/out06.pdf>; Acessado em: 21 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 21, n. 11, 2006j. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf06/nov06.pdf>; Acessado em: 21 de novembro de 2009.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 21, n. 12, 2006k. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf06/dez06.pdf>; Acessado em: 21 de novembro de 2009.

COELHO, C.A.S.; AMBRIZZI, T. **Determinação dos Padrões de precipitação sobre a América do Sul em associação com a TSM da Bacia do Pacífico equatorial durante episódios extremos de ENOS através da utilização de técnicas estatísticas multivariadas**. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 11, 2000, Rio de Janeiro. Anais doRio de Janeiro: SBMET, 2000. CD-Rom.

CORREA, Clóvis Roberto Levien. **Condições atmosféricas associadas ao Furacão Catarina e a outros dois casos de estudo**. 2010. 174 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Meteorologia, Departamento de Meteorologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010.

DENARDI, R. A. **Agricultura familiar e políticas públicas: alguns dilemas e desafios para o desenvolvimento rural sustentável**. Revista Agroecologia.e Desenvolvimento Rural Sustentável, Porto Alegre, v.2, n.3, jul./set.2001.

DOUBRAWA, A. **A crise de água e sua possível relação com os parques remanecentes florestais na Região Oeste do estado de Santa Catarina.** Dissertação de Mestrado. Blumenau, FURB - 2007.

ELLIOT, R.D.; SMITH, T.B. **A study of the effect of large blocking highs on the general circulation in the northern hemisphere westerlies.** J. of Meteor., 6, 67-85, 1949.

FEDOROVA, N.; LEVIT, V.; CARVALHO, M.H. **Estudo preliminar sobre a relação entre a precipitação e os sistemas sinóticos na cidade de Pelotas, em anos de La Niña e de El Niño.** Parte II: Associação entre os sistemas e processos sinóticos e as precipitações de diversas intensidades. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 12, 2002, Foz do Iguaçu. Anais do..... Foz do Iguaçu, PR: SBMET, 2002. CD-Rom.

FIGUEIREDO, J.C.; SCOLAR, J. **Estudo da Trajetória dos sistemas Convectivos de Mesoescala na América do Sul.** In. VII Congresso Argentino de Meteorologia. Anais do..., Buenos Aires, 1996.

FUENTES, M. V. **Climatologia de bloqueios próximos a América do Sul e seus efeitos.** Dissertação de Mestrado. São José dos Campos, INPE - 1997.

FUENTES, M. V. **Bloqueios - CLIMANÁLISE.** Edição especial de 10 anos, 1996 Disponível em <http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise/cliesp10a-> acessado em 28/06/2008.

GLICKMAN, T. S. **Glossary of Meteorology** – American Meteorological Society – disponível em <http://amsglossary.allenpress.com/glossary>, acessado em 20/05/2008.

GONÇALVES, E. F.; MOLLERI, G. S. F.; RUDORFF, F. M. **Distribuição dos desastres naturais no Estado de Santa Catarina: Estiagem (1980-2003)** – disponível em http://www.cfh.ufsc.br/~gedn/sibraden/cd/EIXO%204_OK/4-60.pdf, acessado em 19/04/2008.

GONÇALVES, M. C. et al. **BLOQUEIOS OCORRIDOS PRÓXIMOS À AMÉRICA DO SUL E SEUS EFEITOS NO LITORAL DE SANTA CATARINA.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14., 2006, Florianópolis. Anais... . Florianópolis: SBMET, 2006. 6p. CD-ROM.

GRIMM, A. M.; TEDESCHI, R.G. **Influência de eventos El Niño e La Niña sobre a frequência de eventos extremos de precipitação no Brasil.** In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 13, 2004, Fortaleza. Anais do..... Fortaleza, CE: SBMET, 2004. CD-Rom.

GRIMM, A. M.; FERRAZ, S. E. T. **Sudeste de Brasil: uma região de transição no impacto de eventos extremos da Oscilação Sul. Parte II: La Niña.** In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 10, 1998, Brasília. Anais do..... Brasília, DF: SBMET, 1998. CD-Rom.

GRIMM, A. M.; FERRAZ, S. E. T.; GOMES, J. **Precipitation Anomalies in Southern Brazil Associated with El Niño and La Niña Events.** Journal of Climate, Boston, v.11, p.2863-2880, 1998.

GUERRERO-SALAZAR, P. E YEVJEVICH, V. **Analysis of drought characteristics by the teory of runs.** Hydrology papers - Colorado State University – Colorado, setembro de 1975.

HEIM JÚNIOR., R.R. **A review of Twentieth-Century drought indices used in the United States.** Bulletin of American Meteorological Society, Washington, v.83, n.8, p.1149-1165. 2002.

HERRMANN, M.L. de P. **Levantamento dos Desastres Naturais Causados pelas Adversidades Climáticas no Estado de Santa Catarina, período 1980 a 2000** - Maria Lúcia de Paula Herrmann [e colaboradores]. Florianópolis: [s. n], 2001. 92p.:mapas e tabelas.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapas Interativos: mapa de divisões territoriais do Brasil.** Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão Escala 1:50000 – ano de 2005. Disponível em <http://www.mapas.ibge.gov.br/divisao/viewer.htm>. Acessado em 15 de dezembro de 2008.

INMET, **Glossário de meteorologia** - disponível em <http://www.inmet.gov.br/html/informacoes/glossario/glossario.html>, acessado em 19/04/2008.

KLEIN, R. M.; PASTORE, U. & COURA NETO, A.B. Vegetação. In: Santa Catarina. GAPLAN. Atlas de Santa Catarina. Rio de Janeiro, Aerofoto Cruzeiro do Sul, 1986.

KNOX, J.; HAY, J. Blocking signature in northern hemisphere: Rationale and identification. **Atm.-Ocean**, 22, 36-47, 1984.

KODAMA, Y. **Large-scale common features of Sub-tropical Precipitation Zones (the Baiu Frontal Zone, the SPCZ, and the SACZ)**. Part I: characteristics of Subtropical Frontal Zones. Journal of Meteorological Society of Japan, v. 70, n. 4, p. 813-835, Aug. 1992.

MANSON, S.J.; GODDARD, L. Probabilistic precipitation anomalies associated with ENSO. Bulletin of the American Meteorological Society, Washington, v.82, n.4, p. 619-638, 2001.

MARQUES, R. F.C. **Bloqueio Atmosférico no Hemisfério Sul**. São José dos Campos. Tese de Doutorado. São José dos Campos, INPE-6742-TDI/632. 1996.

MARQUES, R. F. C e RAO V. B. **BLOQUEIO ATMOSFÉRICO NO HEMISFÉRIO SUL DURANTE O PERÍODO DE 1980 A 1993**. CLIMANÁLISE. Edição especial de 10 anos, 1996-Disponível em <http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise/cliesp10a/bloqueio.html> - acessado em 28/06/2008.

MENDES, M. C. D.; TRIGO, R. M.; CAVALCANTI, I. F. A E DACAMARA, C. C. **Bloqueios atmosféricos de 1960 a 2000 sobre o oceano pacífico sul: impactos climáticos e mecanismos físicos associados** - Revista Brasileira de Meteorologia, v.20, n.2, 175-190, 2005.

MENDONÇA, M.; MONTEIRO, M. A.; MARQUETTE, V. A. **Variabilidade da precipitação, estiagens e produção agrícola na Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá**. In. Simpósio Brasileiro de Geografia Física e Aplicada da USP. Anais do... São Paulo, 2005.

MONTEIRO, Carlos A. de F. **Frente Polar Atlântica e as chuvas de inverno na fachada Sul Oriental do Brasil: (Contribuição metodológica à análise rítmica dos tipos de tempo no Brasil)**. Série Teses e Monografias. nº1, 68pp. Ilustr. São Paulo, Instituto de Geografia da USP, 1968.

MONTEIRO, Maurici A. **Caracterização climática do estado de Santa Catarina: uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano**. Geosul. Revista do Departamento de Geociências da UFSC, Florianópolis, v. 16, nº 31, p 69-78. 2001.

_____. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA Programa de Pós-Graduação em Geografia. **Dinâmica atmosférica e a caracterização dos tipos de tempo na Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá**. Florianópolis, 2007. 1 v Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Programa de Pós-Graduação em Geografia.

_____. & MENDONÇA, Magaly. **Dinâmica Atmosférica do Estado de Santa Catarina**. In: HERRMANN, M. L. de P.(Org.). **Atlas de Desastres Naturais do Santa Estado de Santa Catarina**, Florianópolis:IOESC, 2005, p.5-10 (CD ago 2007), 2006.

NATIONAL DROUGHT MITIGATION CENTER. **What is Drought?**
- disponível em <http://www.drought.unl.edu/whatis/concept.htm>
, acessado em 20/05/2008.

NDMC - NATIONAL DROUGHT MITIGATION CENTER. **What is Drought?**
- disponível em
<http://www.drought.unl.edu/whatis/concept.htm> , acessado em 20 de maio de 2008.

NERY, J. T. **Dinâmica Climática da Região Sul do Brasil** – Revista Brasileira de Climatologia, v.1, nº1, p 61-75, 2005.

NETO, S.B. **Estiagem provocou sérios prejuízos à produção catarinense**. Agropecuária catarinense. Epagri. Florianópolis, v. 13, nº 2, p. 20-21. 2005.

NIMER, E. **Clima do Brasil: Região Sul** - Rio de Janeiro, IBGE, 1989, p 195-264.

OLIVEIRA, A. S. **Interações entre Sistemas Frontais na América do Sul e a convecção da Amazônia**. Dissertação de Mestrado, Instituto de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1986, 134p.

OLIVEIRA, G.S. **El Niño e você: o fenômeno climático**. São José dos Campos, SP: TRANSTEC, 1999, 116p.

ORSELLI, L. **Cartas das chuvas do estado de Santa Catarina** – UFSC, 1992.

QUADRO, M. F. L. **Estudos de episódios de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sobre a América do Sul**. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais(INPE), São José dos Campos, 1994.

REBOITA, M. S., KRUSCHE, N. e PICCOLI, H. C. **CLIMATE VARIABILITY IN RIO GRANDE, RS, BRAZIL: A QUANTITATIVE ANALYSIS OF CONTRIBUTIONS DUE TO ATMOSPHERIC SYSTEMS** - Revista Brasileira de Meteorologia, v.21, n.2, 256-270, 2006.

REX, D.F. **Blocking action in the middle troposphere and its effects upon regional climate I-An aerological study of blocking action**. Tellus, 2, 196-211, 1950a.

REX, D.F. **Blocking action in the middle troposphere and its effects upon regional climate II-The climatology of blocking action**. Tellus, 2, 275-301, 1950b.

RODRIGUES, M.L.G. **Uma Climatologia de Frentes Frias no Litoral catarinense com dados de reanálise do NCEP**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, 2003, 75p.

RODRIGUES, M.L.G.; MONTEIRO, M.A. **Agricultura sem saudades do último verão**. Agropecuária catarinense. Epagri. Florianópolis, v. 13, nº 2, p. 37-40. 2005.

RODRIGUES, R.; BRANDÃO, C.; LOPES, A. R.; ORLANDO, M.; NUNES, M. **Análise prévia do período seco do início do ano hidrológico de 2004/05** feita em janeiro de 2005. Instituto da Água. Lisboa Portugal, 2005, disponível em http://panda.igeo.pt/pancd/pdfs/seca0405_INAG.pdf, acessado em 14/05/2008.

ROSA, Rogério de O. e HERRMANN, M. Lúcia de P. **Geomorfologia**. In: Santa Catarina. GAPLAN. Atlas de Santa Catarina. Rio de Janeiro, Aerofoto Cruzeiro do Sul, 1986.

SANDERS, R.A. **Blocking highs over the Eastern North Atlantic Ocean and Western Europe**. Monthly Weather Review, Mar. 1953.

SANT'ANNA NETO, J. L. História da Climatologia no Brasil. **Geosul**, n. 7, 124p., 2004.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado de Coordenação Geral e Planejamento. Subsecretaria de Estudos Geográficos e Estatísticos. **Atlas escolar de Santa Catarina/ Secretaria de Estado de Coordenação Geral e Planejamento**. Subsecretaria de Estudos Geográficos e Estatísticos Rio de Janeiro, Aerofoto Cruzeiro, 1991. 96p. tab. gráf.

SANTA CATARINA. **Bacias Hidrográficas de SC: Diagnóstico Geral**. Secretaria de estado do desenvolvimento urbano e meio ambiente. Florianópolis, 1997- 163 p.

SANTA CATARINA. Epagri/Climerh. Setor de Meteorologia. **BOLETIM DE MONITORAMENTO DO TEMPO E CLIMA EM SANTA CATARINA: ESCASSEZ DE CHUVAS EM SC E PREVISÃO DE CLIMA PARA O VERÃO**. Florianópolis, 2002. 25 p.

_____. Epagri/climerh. Setor de Meteorologia. **BOLETIM DE MONITORAMENTO DO TEMPO E CLIMA EM SANTA CATARINA: INFLUÊNCIAS DO CLIMA NA AGROPECUÁRIA CATARINENSE**. Florianópolis, 2002a. 2 p. (Junho).

_____. Epagri/climerh. Setor de Meteorologia. **BOLETIM DE MONITORAMENTO DO TEMPO E CLIMA EM SANTA CATARINA:** As chuvas de setembro e outubro amenizam os problemas de abastecimento de água em SC. Florianópolis, 2003. 3 p.

SANTA CATARINA. Epagri/Ciram. Setor de Meteorologia. **BOLETIM DE MONITORAMENTO DO TEMPO E CLIMA EM SANTA CATARINA:** Estiagem 2004/2005. Florianópolis, 2005. 2 p. (Janeiro).

_____. Epagri/Ciram/Climerh. Setor de Meteorologia. **BOLETIM ESPECIAL:** Outros períodos de estiagem em SC. Florianópolis, 2005a. 6 p. (Março).

SANTA CATARINA. Epagri/Ciram/Climerh. Setor de Meteorologia. **BOLETIM ESPECIAL DE MONITORAMENTO DO TEMPO E CLIMA:** OS ÚLTIMOS EPISÓDIOS DE ESTIAGEM EM SANTA CATARINA (2001 a 2006). Florianópolis, 2006. 4 p.

SANTOS, J. M. E BRUNINI, O. **Uma Proposta para combater e mitigar o efeito das Secas**, disponível em http://www.sbagro.org.br/index.php?pagina=espaco_aberto5, acessado em 19/04/2008.

SILVA F. C. A.; HEIDEN, F. C.; AGUIAR, V. V. P.; PAUL, J. M. **Migração rural e estrutura agrária no oeste catarinense**. 2. ed. rev. e atual. Florianópolis: Instituto Cepa/SC, 2003. 99 p.

SILVA, G.A.M. **Variabilidade Inter-El Niños e seu impacto no Jato de Baixos Níveis a leste dos Andes durante o verão austral**. Dissertação de Mestrado. São José dos Campos, Universidade de São Paulo (USP), 2005, 84p.

SINCLAIR, M.R.A. **Climatology of anticyclones and blocking for the Southern Hemisphere**. Mon. Wea. Rev., 24, 245-263, 1996.

SOUZA, R de O. **A ocorrência de neve em Planaltos Subtropicais: O caso do sul do Brasil**. Dissertação de mestrado em Geografia. USP. São Paulo. 144p. 1997.

STRINGARI, C. A. M.; GOTHE, C. A. V.; ALMEIDA, S.; BRESSAN, E. L.; GIRARDI, F. C.; FERREIRA, R. C. S. **Uma divisão bioclimática para o estado de Santa Catarina** – Bioclimatologia Vegetal – GNC 3329, UFSC 1993

SUASSUNA, J. **UMA METODOLOGIA PARA A PREPARAÇÃO DO COMBATE AOS EFEITOS DA SECA** disponível em www.fundaj.gov.br/docs/tropico/desat/js050799.doc, acessado em 14/05/2008

TASE, N. **Area-deficit-intensity characteristics of droughts**. Hydrology papers - Colorado State University – Colorado, novembro de 1976.

TESTA, et al. **O desenvolvimento sustentável do oeste Catarinense: (proposta para discussão)**. Florianópolis: EPAGRI, 1996. 247p.

THEIS, I. M.; NODARI, T. S dos. A agorindústria de aves e o desenvolvimento no meio oeste de Santa Catarina. **Cadernos de Economia**, Chapecó, ano 4, n.7, p.8-27, jul/dez 2000.

TOKIOKA, T.; NODA, A. **Effects of large-scale orography on january atmospheric circulation: A numerical experiment**. Journal of the Meteorological Society of Japan, 64(06):819-840, Dec. 1986.

TRENBERTH, K.E. The definition of El Niño. Bulletin of the American Meteorological Society, Washington, v.78, n.12, p.2771-2777, 1997.

TRIGO, R. M; TRIGO, I. M; DACAMARA, C. C.; OSBORN, T. J. **Climate impact of the European winter blocking episodes from the NCEP/NCAR Reanalyses. Climate Dynamics (2004)** - disponível em http://www.cgul.ul.pt/Ricardo/pdf/Trigo_et_al_block_2004.pdf, acessado em 28/06/2008.

WILHITE, D. A. **Understanding the phenomenon of drought**. Hydroreview. v.12 – n.5, p.136-148, 1993.

_____. **Combating drought preparedness.** Natural Resources Forum 26, p.275-285, 2002.

_____. **Drought.** Encyclopedia of Water Science 2003, pp. 160-163. Disponível em <http://books.google.com.br/>, acessado em 18 de maio de 2008.

WILHITE, D. A.; SUOBODA, M. D.; HAYES, M. J. **Understanding the complex impacts of drought: a key to enhancing drought mitigation and preparedness.** Water Resource Manage, v.21, p763-774 – 2007.

ZACHARIAS, D.C.; DEWES, C.F.; CARVALHO, L.M.V. **ESTUDO DE CASO: BLOQUEIO ATMOSFÉRICO OCORRIDO EM 20-25/08/2000 E SUAS CONSEQUÊNCIAS PARA A REGIÃO DA ESTAÇÃO ANTÁRTICA COMANDANTE FERAZ,** In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 13, 2004, Fortaleza. Anais do..... Fortaleza, CE: SBMET, 2004. CD-Rom.